

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

SEBESTYÉN VIKTOR

Pannon Egyetem

2019

Komplex környezetállapot-értékelő algoritmus fejlesztése

Ph.D. értekezés

DOI:10.18136/PE.2019.707

Sebestyén Viktor

okl. környezetmérnök

okl. munkavédelmi szakmérnök

Vegyésmérnöki és Anyagtudományok Doktori Iskola

Környezetmérnöki Intézet

Pannon Egyetem Mérnöki Kar

Témavezető:

Dr. Rédey Ákos D.Sc. ny. egyetemi tanár

Dr. Bulla Miklós C.Sc. ny. egyetemi tanár

Veszprém

2019

KOMPLEX KÖRNYEZETÁLLAPOT-ÉRTÉKELŐ ALGORITMUS FEJLESZTÉSE

Az értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében készült a Pannon Egyetem
Vegyészmérnöki és Anyagtudományok Doktori Iskolája keretében

bio- környezet- és vegyészmérnöki tudományok tudományágban

Írta: Sebestyén Viktor

Témavezetői: Dr. Rédey Ákos, ny. egyetemi tanár; Dr. Bulla Miklós, ny. egyetemi tanár

Elfogadásra javaslom (igen / nem)
Dr. Rédey Ákos

Elfogadásra javaslom (igen / nem)
Dr. Bulla Miklós

A jelölt a doktori szigorlaton%-ot ért el,
Veszprém, 2019.
(a Szigorlati Bizottság elnöke)

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom:

Bíráló neve: igen /nem
(bíráló)

Bíráló neve: igen /nem
(bíráló)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján%-ot ért el.
Veszprém, 2019.
(a Bíráló Bizottság elnöke)

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....
Veszprém, 2019.
(az EDHT elnöke)

Eredetiségi nyilatkozat

Alulírott **Sebestyén Viktor** doktorjelölt, büntetőjogi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy a jelen nyilatkozat keletkezését megelőző két éven belül sikertelenül lezárt doktori eljárásom nem volt.

A doktori dolgozatom – melynek címe: **Komplex környezetállapot-értékelő algoritmus fejlesztése** – saját önálló munkám; az abban hivatkozott szakirodalom felhasználása a forráskezelés szabályai szerint történt. Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül, tartalmi idézet közlése hivatkozás megjelölése nélkül, más kiadott gondolatainak saját szellemi terméként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy plágium esetén doktori dolgozatom visszautasításra kerül. Kijelentem továbbá, hogy doktori dolgozatom nyomtatott és elektronikus példányai szövegükben, tartalmukban megegyeznek.

Veszprém, 2019.február 28.

.....

Sebestyén Viktor

A témában eddig megjelent vagy megjelenés alatt álló publikációk jegyzéke

Folyóiratcikk:

1. **Sebestyén, V.**, Somogyi, V., Utasi, A.: Adapting SDEWES index to two Hungarian cities, Hungarian Journal of Industry and Chemistry, Vol. 45, Issue 1, pp. 49-59, 2017.
2. Dörgő, Gy., **Sebestyén, V.**, Abonyi, J.: Evaluating the interconnectedness of the sustainable development goals based on causality analysis of sustainability indicators, Sustainability (IF: 2,075), Vol. 10, Issue 10, pp. 3766-3792, 2018.
3. **Sebestyén, V.**, Bulla, M., Rédey, Á., Abonyi, J.: Network Model-Based Analysis of the Goals, Targets and Indicators of Sustainable Development for Strategic Environmental Assessment, Journal of Environmental Management (IF: 4,005), (accepted for publication 2019.02.19).

Idegen nyelven tartott előadás teljes szövegű megjelenéssel:

1. **Sebestyén, V.**, Somogyi, V., Utasi, A.: Adapting SDEWES index to two Hungarian cities, 11th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 2016.
2. **Sebestyén, V.**, Bulla, M., Rédey, Á., Abonyi, J.: Big Adata Based Strategic Environmental Assessment, 3rd South East European conference on sustainable development of energy, water and environment systems, Novi Sad, Serbia, June 30-July 3, 2018, (*best paper award*).

Idegen nyelven tartott előadás csak kivonatos megjelenéssel:

1. **Sebestyén, V.**, Németh, J., Domokos, E., Rédey, Á.: Environmental state assessment in the water resources engineering, International Conference on Chemical, Civil and Environmental Engineering (ICCCEE'2015), London, United Kingdom, March 23-24, 2015.
2. **Sebestyén, V.**, Németh, J., Juzsakova, T., Domokos, E., Rédey, Á.: Developments in the quantitative environmental impact assessment methods based on case study, 15th EuCheMS International Conference on Chemistry and the Environment, Leipzig, Germany, September 20-24, 2015.
3. **Sebestyén, V.**, Somogyi, V., Utasi, A.: Adapting SDEWES index to two Hungarian cities, 11th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Lisbon, Portugal, September 4-9, 2016.
4. **Sebestyén, V.**, Németh, J., Utasi, A., Juzsakova, T., Domokos, E., Rédey, Á.: New Quantitative Methods in Environmental Impact Assessment, 3rd International Conference on Chemical Engineering (ICCE 2016), Iasi, Romania, November 9-11, 2016.

5. **Sebestyén, V.,** Utasi, A., Rédey, Á.: Advanced environmental impact assessment method, 3rd International Conference on Chemical Engineering (ICCE 2016), Iasi, Romania, November 9-11, 2016.
6. **Sebestyén, V.,** Németh, J., Domokos, E., Juzsakova, T., Bulla, M., Rédey, Á.: Indicator mapping tool for the complex knowledge dimensional model, 9th International Conference on Environmental Engineering and Management, Bologna, Italy, September 6-9, 2017.
7. **Sebestyén, V.,** Bulla, M., Juzsakova, T., Rédey, Á., Abonyi, J.: Linking government and open data for better Strategic Environmental Assessment, 6th International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies, Budapest, Hungary, November 23-24, 2017.
8. **Sebestyén, V.,** Juzsakova, T., Domokos, E., Rédey, Á.: Advanced Quantitative Environmental Assessment, Environmental Legislation, Safety Engineering and Disaster Management 12th International Conference, Cluj-Napoca, Romania, May 17-19, 2018.
9. **Sebestyén, V.,** Bulla, M., Rédey, Á., Abonyi, J.: Big Adata Based Strategic Environmental Assessment, 3rd South East European conference on sustainable development of energy, water and environment systems, Special session: the food-energy- water nexus (FEW-Nexus) in the urbanization era – challenges for the 21th century, Novi Sad, Serbia, June 30-July 3, 2018.
10. **Sebestyén, V.,** Dörgő, Gy., Juzsakova, T., Domokos, E., Abonyi, J.: Data driven modeling for better understanding the Sustainable Development Goals, 4th International Conference on Chemical Engineering, Innovative Materials and Processes for a Sustainable Development, Iasi, Romania, October 31-November 2, 2018.
11. **Sebestyén, V.,** Juzsakova, T., Németh, J., Kovács, Zs., Sluser, B.M., Cretescu, I., Domokos, E., Rédey, Á.: Advanced Quantitative Environmental Assessment in Case of Abandoned Industrial Site, 4th International Conference on Chemical Engineering, Innovative Materials and Processes for a Sustainable Development, Iasi, Romania, October 31-November 2, 2018.

Magyar nyelven tartott előadás csak kivonatos megjeleléssel:

1. **Sebestyén, V.,** Utasi, A., Rédey, Á.: Szemelvények a környezetállapot-értékelés mennyiségi módszereinek nemzetközi gyakorlatából, XI. Jedlik Ányos Szakmai Napok, Veszprém, 2014. április 10-12.
2. **Sebestyén, V.:** A fenntartható fejlődés értelmezése, Fenntarthatóság – Felelősséggel a holnapért, Győrszentiván, 2014. április 1.
3. Utasi, A., Merényi, A., Kovács, Zs., Németh, E., **Sebestyén, V.,** Rédey, Á.: Zirc város környezetállapotának értékelése mennyiségi módszerek alkalmazásával, XI. Kárpát medencei környezettudományi konferencia, Pécs, 2015. május 6-9.
4. **Sebestyén, V.,** Németh, J., Rédey, Á., Bulla, M.: A környezetelemzés indikátorai, VI. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia, Pécs, 2017. május 19-21.

5. **Sebestyén, V.**, Bulla, M., Domokos, E., Rédey, Á.: Környezethasználatokon alapuló Komplex Környezetelemzési Modell építése: módszertani keretrendszer, 13th Carpathian Basin Conference for Environmental Sciences, Cluj-Napoca, Romania, April 5-8, 2017.
6. Abonyi, J., Dörgő, Gy., Honti, G., **Sebestyén, V.**: A fenntartható fejlődés problémakörei a stratégiai dokumentumok, a makrogazdasági mutatószámok és a szakértői modellek tükrében, Földünk élhető maradjon!, Érseki Hittudományi Főiskola, Veszprém, 2018. június 1.

Tartalomjegyzék

Az értekezésben használt jelölések és rövidítések.....	2
Preambulum.....	6
1. Bevezetés.....	7
2. Kutatási célkitűzések.....	9
3. Terminológia.....	10
4. A környezetelemzés tényeken alapuló döntéstámogatása.....	12
4.1. Stratégiai környezeti vizsgálat.....	12
4.2. A fenntartható fejlődési célok összefüggésrendszere.....	17
5. A környezetelemzési modell (KEM) módszertana.....	28
6. A fenntartható fejlődési célok és a stratégiai környezeti vizsgálat összekapcsolása ..	48
6.1. A stratégiai környezeti vizsgálat alapjának nemzeti sajátosságai.....	63
6.2. A fenntartható fejlődési célok ok-okozati elemzése.....	71
7. Összefoglalás.....	89
7.1. Új tudományos eredmények, tézisek.....	90
7.2. Hasznosítási lehetőségek.....	92
7.3. Továbbfejlesztési lehetőségek.....	93
8. Summary.....	94
9. Zusammenfassung.....	95
10. Köszönetnyilvánítás.....	96
Ábrajegyzék.....	97
Táblázatjegyzék.....	99
Egyenletjegyzék.....	100
Irodalomjegyzék.....	101
MELLÉKLETEK.....	109
1. számú melléklet.....	110
2. számú melléklet.....	117
3. számú melléklet.....	138

Az értekezésben használt jelölések és rövidítések

ADF	Augmented Dickey-Fuller próba
AR	autoregresszív modell
ARB	az Arab Világ régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
BIC	Bayes információs kritérium (Bayesian Information Criterion)
CEB	a Közép-Európa és Balti államok régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
DPSIR	hajtóerő-terhelés-állapot-hatás-válasz modell (driving forces-pressures-state-impacts-responses)
EAS	a Kelet-Ázsia és Csendes-óceáni térség régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
ECS	a Közép-Európa és Közép-Ázsia régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
EKHE	egységes környezethasználati engedélyezési eljárás
ENSZ	Egyesült Nemzetek Szövetsége
EUU	az Európai Unió régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
EV	alapváltozók, (essential variables)
GBD	globális betegségek, sérülések és kockázati tényezők (Global Burden of Diseases, Injuries and Risk Factors)
ICT	információs és kommunikációs technológiák (Information Communication Technologies)
ICSU	Nemzetközi Tudományos Tanács (International Council for Science)
KEM	komplex környezetelemzési modell
KER	komplex környezetelemzés rendszere
KHT	környezeti hatástanulmány
KHV	környezeti hatásvizsgálat
KPSS	Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin próba
KxTt	Komplex Tudástér Modell
LCN	a Latin-Amerika és Karib-térség régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
MCDM	többtényezős döntéstámogató eszközök (Multi Criteria Decision Making)

MEA	a Közel-Kelet és Észak-Afrika régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
NAC	az Észak-Amerika régióra vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
NFTT	Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács
OECD	Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (Organisation for Economic Co-operation and Development)
PCA	főkomponens elemzés (Principal Components Analysis)
PP	Phillips-Perron próba
PPP	politikák, tervek és programok (policy, plan and/or program)
PSR	terhelés-állapot-válasz modell (pressure-state-response)
SDG	az ENSZ fenntartható fejlődési céljai (17 darab) (Sustainable Development Goal)
SKV	stratégiai környezeti vizsgálat
ÜHG	üvegházhatású gázok
VAT	klasztertendenciák vizuális elemzése (visual assessment of cluster tendency)
VNR	nemzeti önbevallás (Voluntary National Review)
WHO	Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization)
WLD	a világ egészére vonatkozó adatbázis a Világbank terminológiája szerint
\hat{A}_d	a legkisebb négyzetek módszere alapján becsült konverziós mátrix (4. egyenlet)
μ_{x_i}	a Világbank i-edik változójához tartozó megfigyelések átlaga
μ_{x_j}	a Világbank j-edik változójához tartozó megfigyelések átlaga
Δx_k	az állapotváltozó két időlépése közötti különbség (4. egyenlet)
σ_{x_i}	a Világbank i-edik változójához tartozó megfigyelések szórása
σ_{x_j}	a Világbank j-edik változójához tartozó megfigyelések szórása
A,B,C,D	konstans konverziós mátrix
A_d, B_d	diszkrét konstans konverziós mátrix
a_i	az autoregresszív modell paramétere
b_j	az autoregresszív modell paramétere
B_u	az u-adik elembe bemenő kapcsolatok halmaza
c	normalizációs tényező

$C(x_i, x_j)$	az X és Y változók kovarianciája
C_{PCA}	a főkomponensekhez tartozó együtthatókat tartalmazó mátrix
$E(u)$	az elemek vektora, amely megfelel az u-adik elem PageRank-jának
F_u	az u-adik elemből kimenő kapcsolatok halmaza
G	fenntartható fejlődési célok
GG_{EXP}	a fenntartható fejlődési célok közötti összefüggéseket tartalmazó mátrix az ICSU tanulmány alapján
GG_{VB}	a fenntartható fejlődési célok közötti összefüggéseket tartalmazó mátrix a Világbank változóinak elemzése alapján
GT	a fenntartható fejlődési célok és alcélok közötti kapcsolatokat tartalmazó mátrix
I	fenntartható fejlődési indikátorok
IV	a fenntartható fejlődési célok és Világbank változók összekapcsolását tartalmazó mátrix
m	az állapotváltozókhoz tartozó megfigyelések száma
n	az állapotváltozók száma
n_G	a fenntartható fejlődési célok száma
n_I	a fenntartható fejlődési indikátorok száma
n_T	a fenntartható fejlődési alcélok száma
n_V	a Világbank fenntartható fejlődési indikátorokkal összekapcsolt változóinak száma
p	szignifikancia szint
$R'(u)$	az u-adik elem PageRank értéke
S_{PCA}	a főkomponensekhez tartozó megfigyeléseket tartalmazó mátrix
T	fenntartható fejlődési alcélok
TI	a fenntartható fejlődési alcélok és indikátorok közötti kapcsolatokat tartalmazó mátrix
TT	a fenntartható fejlődési alcélok közötti kapcsolatokat tartalmazó mátrix
TT_{VB}	a fenntartható fejlődési alcélok közötti összefüggéseket tartalmazó mátrix a Világbank változóinak elemzése alapján
u	a hálózat u-adik eleme
$u(t)$	a bemenetek oszlopvektora
u_k	a bemenetek oszlopvektora a k-adik időlépésben

U_n	a főkomponens elemzéssel származtatott normalizált adatokat tartalmazó mátrix
v	sajátvektor
V	a Világbank változói
VV	a Világbank összekapcsolt változóinak korrelációs mátrixa
W	a Világbank változóinak csoportjai
X	a Világbank változóinak idősoros adatait tartalmazó mátrix
$x(t)$	az állapotváltozók oszlopvektora
X_{cn}	a Világbank kiválasztott változóinak idősoros adatait tartalmazó normalizált mátrix
x_n	a Világbank változói
x_k	a Világbank adatbázisának évei
x_{k+1}	az állapotváltozók oszlopvektora a k+1-edik időlépésben
$y(t)$	a kimenetek oszlopvektora
y_k	a kimenetek oszlopvektora a k-adik időlépésben
ε_x	az autoregresszív modell nem becsülhető hibája
λ	sajátérték
ρ	Pearson-féle korrelációs együttható

Preambulum

A jelen doktori értekezésre és a hozzá tartozó kutatások eredményeire jelentős hatást gyakorolt eddigi szakmai életutam. A környezetelemzés tudományterületével 2007 óta foglalkozom, melynek alapjait Bulla Miklós Professor Úrtól – mint a szakterület hazai megalkotójától – sajátítottam el. Már alapszakos környezetmérnöki tanulmányaim során megkezdtem a Professor Úrral az együtt gondolkodást annak érdekében, hogy az általa kidolgozott környezetgazdaságtan modelljét (és annak a tudásbázisokba rendezett továbbfejlesztett változatát a „komplex tudástér modell-t”) hogyan lehetne olyan matematikai algoritmusokkal kiegészíteni, amelyek lehetővé teszik a regionális környezeti fejlesztési tervek és beruházások hatásainak ex-ante elemzését.

Mesterszakos környezetmérnöki tanulmányaim során Rédey Ákos Professor Úrtól megtanultam, hogy az egyes beruházások környezeti hatásait a különböző mennyiségi módszerek alkalmazásával hogyan vizsgálhatjuk. Ebben a két éves időszakban több nemzetközi gyakorlatban alkalmazott módszert adaptáltunk és fejlesztettünk tovább, különös tekintettel a kémiai technológiák hatásainak elemzésére, melynek elismert szakértője a Professor Úr.

A két különböző környezetállapot-értékelési iskola (az amerikai és az európai) együttesen hozzájárult ahhoz, hogy olyan ismereteket sajátítsak el, amelyek lehetővé tették, hogy az értekezésben tárgyalt problémakört analitikus módon tárjam fel.

Az értekezésben ismertetésre kerülő adatbányászati technikákat és elemzési eszközöket Abonyi János Professor Úr saját szabad idejét sem kímélve tanította meg nekem. A környezetelemzés területén a hálózat kutatási eszközök és az összetett „korszerű” elemzési technikák nem terjedtek el, ezért az értekezésben ismertetésre kerülő módszerek alapjaiban eltérnek a „klasszikus” hatásvizsgálati eszközöktől.

A környezetelemzés (mint a komplex környezeti-, gazdasági- és társadalmi rendszer) összetettségéből adódóan jelentős információigényű elemzési terület. Az értekezés elkészüléséhez szükséges volt, hogy az ENSZ 2015-ben megfogalmazza a fenntartható fejlődési célokat és alcélokat, majd ezekhez indikátorokat rendeljen, létrehozva ezzel olyan összetett adatforrásokat, amelyek lehetővé teszik, hogy az ok-okozati összefüggések igazolható módon vizsgálhatók legyenek (a pusztán szakértői tudáson alapuló modellek nehezen validálhatók). A környezetelemzés területével foglalkozó kutatóként éveket kellett várnom arra, hogy olyan komplex modellt alkothassak, amely a környezetállapot-értékelés regionális szintű alkalmazását teszi lehetővé. Bízom abban, hogy az értekezés áttekintését követően a kedves Olvasó egyetért velem, miszerint a kitzűzött célt sikeresen elértem, amelyért Professoraimat hálás köszönet illeti.

Veszprém, 2019. február 22.

Sebestyén Viktor
szerző

1. Bevezetés

“A big data (...) alapvetően átalakítja azt a szemléletet, ahogyan a világot próbáljuk megérteni. Ez a váltás szakítást jelent majd sok mindennel, és számos intézménynek kihívás lesz. Mégis, az általa képviselt óriási érték nemcsak értelmes, de egyenesen elkerülhetetlen kompromisszummá fogja tenni”

Viktor Mayer-Schönberger & Kenneth Cukier 2014

Napjainkban a természetes környezet átalakítása az urbanizációs és globalizációs folyamatokkal olyan mértéket ért el, amely szükségessé teszi az erőforrásgazdálkodás komplex rendszerben történő integrált értékelését annak érdekében, hogy a földi szférák (például: bioszféra, hidroszféra, pedoszféra, atmoszféra) ne csak a jelen generációk szükségleteit elégíthessék ki, hanem a jövő generációk szükségleteit is képesek legyenek fedezni. A környezetvédelem történeti fejlődése során az emberiség megtette a fent említett ideológia megvalósításához szükséges első lépéseket, azonban a világ környezetvédelmi kérdéseinek jelentős része továbbra is megoldásra vár.

A fenntartható fejlődés helyett a kutatók már többször a reziliencia kifejezést említik [107], mivel a szakértők közül egyre többen értenek egyet abban, hogy a jelenlegi gazdasági és demográfiai növekedési ütem mellett a földi rendszerek hosszútávú stabilitásának megőrzése nem megvalósítható.

A környezetre jelentős hatást kifejtő nagyléptékű beruházások környezeti-, gazdasági-, és társadalmi hatásainak integrált számbavételére kifejlesztett módszertan, a stratégiai környezeti vizsgálat (SKV) 2015-óta szoros kapcsolatban áll az Egyesült Nemzetek Szövetsége által deklarált fenntartható fejlődési célokkal (SDG). A fenntarthatóság új típusú megközelítése 2015-re datálható [23], ezért az SKV gyakorlatok jelenleg csupán részben alkalmasak az SDG-k elérésére gyakorolt hatások számbavételére.

A jelen doktori értekezés célja egy olyan komplex környezetállapot értékelő algoritmus kifejlesztése, amely alkalmas a stratégiai környezeti vizsgálatok szakértők által automatizált módon történő elvégzésére úgy, hogy az elemzés kimenetei utaljanak az SDG-k elérésére gyakorolt hatásokra melyek által a különböző nemzeti/regionális/szubregionális környezeti politikák, tervek és programok oly módon tervezhetők, hogy az intézkedések hatásai ex-ante megbecsülhetőkké váljanak.

Célom egy olyan környezeti-, gazdasági-, és társadalmi mutatókat integráltan kezelő módszer (Komplex Környezetelemzési Modell; KEM) fejlesztése, amely nem érzékeny a bemeneti adatok változására és nem tartalmaz olyan szubjektív elemeket, amelyek miatt a különböző szakértői csoportok által végzett elemzések egymással nehezen összehasonlíthatók. Az értekezésben használt KEM kifejezés a Prof. Bulla Miklós által megalkotott [120] „környezetgazdálkodás és elemzés modell”-jének – a szabályozók, fejlesztések és policy eszközök blokk kivételével – továbbfejlesztését jelenti, a megfogalmazott tudásbázisok adatokkal és matematikai műveletekkel történő feltöltésével és átstrukturálásával a fenntartható fejlődési célok elérése érdekében.

A kifejlesztett modell kulcsváltozóinak azonosítása és a különböző változók, fenntartható fejlődési célok, alcélok és indikátorok között lévő összefüggések feltárása a KEM alkalmazásba vételének fontos kritériuma, ezért a jelen doktori értekezésben több olyan eszközt mutatok be, amelyek segítségével a fenntarthatóság tervezése integrált módon valósítható meg. A munka fő célja a különböző módszer/alkalmazásfejlesztési eszközök keretrendszerbe történő foglalása.

2. Kutatási célkitűzések

A kutatásom tárgya a stratégiai környezeti vizsgálat módszertani fejlesztése annak érdekében, hogy a nemzeti és/vagy regionális környezeti politikák készítéséhez olyan döntéshozatali támogatóeszközt hozzak létre, amely alkalmas a komplex környezeti-, gazdasági-, és társadalmi rendszerben történő nagy volumenű fejlesztések várható hatásainak ex-ante elemzésére. A munka során az alábbi kérdésekre keresem a választ:

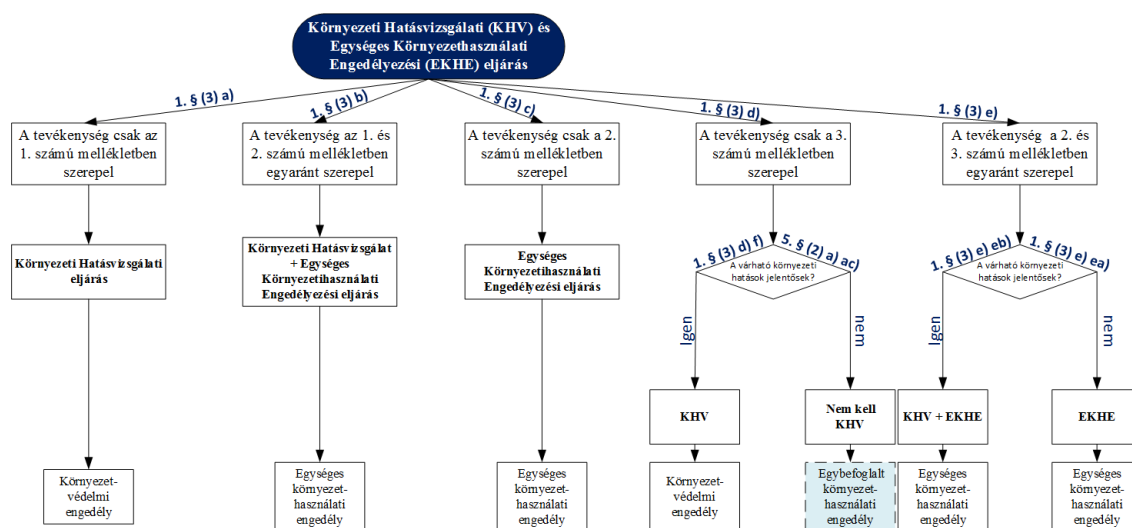
- Javítható-e a stratégiai környezeti vizsgálat algoritmizálása, azaz a nagy komplexitású (sokváltozós) rendszerek környezeti-, gazdasági- és társadalmi szempontú integrált modellezése során az állapotter modellt pontossága főkomponens elemzés segítségével, a csökkentett dimenziójú adatok dinamikája alapján?
- Definiálható-e a stratégiai környezeti vizsgálat célfüggvényének, mint a fenntartható fejlődési célok teljesülésének egy saját belső összefüggésrendszere, illetve valamely cél elérése érdekében tett intézkedések lehetnek-e hatással a többi célra is?
- A nemzeti és/vagy regionális stratégiai környezeti vizsgálatok algoritmizálása során hogyan viselkednek a különböző geográfiai területeken a környezeti-, gazdasági-, és társadalmi összefüggésrendszerek, szükséges-e a fenntartható fejlődési stratégiai tervezést a helyi makrogazdasági viszonyokhoz igazítani?
- A fenntartható fejlődési célok adatbázisának ok-okozati elemzésével milyen információk nyerhetők a döntéshozók számára?
- Lehetséges-e a fenntartható fejlődési célok, alcélok és indikátorokon keresztül történő modellezése?

3. Terminológia

Környezeti hatásvizsgálatnak (environmental impact assessment) nevezzük a „314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezeti engedélyezési eljárásról” című jogszabály (a továbbiakban: hatásvizsgálati rendelet) 1-3. számú mellékletében feltüntetett tevékenységek (környezethasználatok) engedélyezése céljából lefolytatott eljárást [4][5][7]. „A környezetre jelentős hatást gyakorló jogszabályok és kv.-i programok környezeti hatásvizsgálata a jogszabály bevezetésének, ill. a program megvalósításának eredményeként beinduló gazdasági-társadalmi folyamatok környezeti hatásait értékeli. Ezt stratégiai környezeti vizsgálatnak (Strategic Environmental Assessment) is nevezik” [9].

Egységes Környezethasználati Engedélyezési eljárásnak (integrated pollution prevention and control) nevezzük a hatásvizsgálati rendelet 2. mellékletében – és több mellékletben együttesen szereplő – tevékenységek engedélyezése céljából lefolytatott eljárást [4]. A különböző kibocsátásokat levegőbe, vízbe, a földhasználatokat és egyéb környezeti hatásokat együttesen kell figyelembe venni és kidolgozni az előírásokat a környezet egészének magas szinten történő védelme érdekében [6][8].

Azt, hogy a különböző tevékenységek KHV és/vagy EKHE eljáráskötelesek-e az **1. ábra** szerinti logika alapján határozzuk meg.



1. ábra: A KHV és EKHE eljárás alkalmazása [4]

Környezetállapot (environmental state): „tágabb értelemben a bioszféra tetszőleges kiterjedésű részét alkotó természetes alkotók és emberi létesítmények fizikai, kémiai és biológiai paramétereinek, valamint ezek kölcsönhatásainak összessége. Szűkebb értelemben egy kiválasztott térség adott természetes és mesterséges elemcsoportjai egymásra hatásának rendszere. Ebben a gyakorlati megközelítésben beszélhetünk pl. földtani környezetállapotról, ahol a vizsgált környezet a litoszféra emberi tevékenység által érintett része” [9].

Környezetállapot-értékelés (environmental state assessment): „a környezeti elemek (föld, víz, levegő, élővilág, települések, táj) és egészének jellemzésére szolgáló paraméterek meghatározása és összehasonlítása kívánatos és/v. szabványokba (határértékekbe) foglalt állapotjellemzőkkel. A környezetállapot értékelés interdiszciplináris elemzést jelent, a környezetállapot változását ökológiai, humánökológiai (közegészségügyi), valamint gazdasági (erőforrás-használhatósági) szempontból egyaránt minősíti” [9].

Környezetelemzés (environmental analysis): „a környezet állapotváltozásai, valamint az ezeket (főltehetőleg v. főként) okozó gazdasági, társadalmi folyamatok közötti összefüggések feltárása (környezetmonitorozás) és folyamatos elemzése, értékelése a kívánatos környezetállapot eléréséhez szükséges speciális környezeti politika meghatározásának megalapozására, és annak érdekében, hogy az integrálható legyen más szektorpolitikákba” [9].

Környezetgazdálkodás (environmental management): „a természetes és az ember alkotta környezet hosszú távra szóló szabályozott hasznosítása, tudatos, tervszerű fejlesztése és hatékony védelme, az ökológiai rendszerek stabilitásának tartós fenntartásával és a társadalom igényeinek figyelembevételével. Olyan gazdálkodási folyamat, amelyben az erőforrások felhasználása, a technika fejlesztése, a beruházások irányítása, az intézményi rendszer egymással összhangban fejlődik, s mindez lehetővé teszi az emberi szükségletek kielégítésének hosszú távú biztosítását. A környezetgazdálkodás nem a kv. egy formája, hanem egy sajátos, a bioszféra hosszú távú érdekeivel összhangban lévő gazdálkodás. Szűkebb értelemben a tájhasználók részvétele a ter.felhasználási mód alakításában a térségüket ért és az általuk okozott károk kiküszöbölése, a kedvező hatások megőrzése érdekében” [9].

Indikátor: Az Egyesült Nemzetek Szövetsége 2016-ban megjelent jelentésében [24] szereplő közvetlenül a fenntartható fejlődési alcélokhöz (target) rendelhető mutató, mely alkalmas a fenntartható fejlődési célok (goals) teljesülésének mérésére.

Változó: A Világbank szabad felhasználású adatbázisába (World Bank Open Data) gyűjtött mutató, amely a környezetgazdálkodás fogalmával kapcsolatban áll, így kiterjed a környezeti-, gazdasági- és társadalmi mutatók mindegyikéreösszességére.

Komplex Környezetelemzés Rendszere: A környezetelemzés fogalmának megfelelő környezeti-, gazdasági-, és társadalmi adatok rendszere, amely tartalmazza a különböző adatok közötti összefüggés(rendszerek)et is.

4. A környezetelemzés tényeken alapuló döntéstámogatása

Jelen doktori értekezés célja egy olyan környezetelemzési módszertan fejlesztése, amely lehetővé teszi a környezetgazdálkodást célzó és ráépülő környezeti politika készítésének támogatását azáltal, hogy a környezetállapot-értékelés indikátorainak statisztikai alapon vizsgált összefüggéseiből egy dinamikus modellt (KEM) identifkál és elemez.

A környezetelemzés összetettebb, mint a környezeti hatásvizsgálat, mivel a társadalmi és gazdasági folyamatokat nagyobb mértékben veszi figyelembe, ezért a vizsgált rendszer komplexitása miatt az eljárás meghaladja egy KHT kereteit. Emiatt a hatásvizsgálathoz általánosan használt algoritmusok már nem alkalmasak az összetett problémák kezelésére és szükségessé vált a stratégiai környezeti vizsgálat algoritmizálása. Jelenleg nemzeti és/vagy nemzetközi, egységesített vagy fogalmi koncepcióból legjobbnak tartott eljárásrend nem áll rendelkezésre [22].

4.1. Stratégiai környezeti vizsgálat

A stratégiai környezeti vizsgálatnak alapvetően kétféle megközelítése létezik, az egyik az EU 2001/42/EC irányelve által szabályozott KHV módszertanát és lépéseit követi [14]. A közvetett hatások, amelyek a különböző gazdasági és társadalmi interakciókon keresztül jelennek meg, ebben az esetben kisebb súllyal szerepelnek az értékelésben. Az SKV-k másik típusú irányzata esetén a szakpolitikai célok teljesüléséhez a határértékekhez történő viszonyítási alap helyett a különböző környezetpolitikai és **fenntarthatósági célokhoz történő viszonyítást** alkalmazzák [15].

Az Egyesült Nemzetek Szövetségének tagjai által 2015-ben deklarált fenntartható fejlődési célokat a **2. ábra** foglalja össze [23]. A fenti szakirodalmi megközelítés értelmében az SKV célja a fenntarthatósági célok elérésének elősegítése, és mint szakmai módszertan értelmezendő. Az összekapcsolás indokolt, mivel azok a beruházások, amelyek jelentős hatást gyakorolnak a környezetre – és ezáltal a jogszabály szerint [14] SKV kötelesek – a fenntarthatósági célok teljesülését is jelentősebben befolyásolják. Az eredeti tanulmány a 17 célhoz 169 alcélt rendel [23]. 2016-ban az ENSZ Gazdasági és Szociális Tanácsa által kiadott jelentésben a fenntartható fejlődési alcélokhöz 241 darab indikátort rendeltek [24]. Az indikátorok közül kilenc két-három alcélhoz is hozzárendelésre került, így összesen 232 különböző indikátor fogalmazódott meg [24].

	1: A szegénység felszámolása		10: Egyenlőtlenségek csökkentése
	2: Az éhezés megszüntetése		11: Fenntartható városok és közösségek
	3: Egészség és jólét		12: Felelős fogyasztás és termelés
	4: Minőségi oktatás		13: Fellépés az éghajlatváltozás ellen
	5: Nemek közötti egyenlőség		14: Óceánok és tengerek védelme
	6: Tiszta víz és alapvető köztisztaság		15: Szárazföldi ökoszisztémák védelme
	7: Megfizethető és tiszta energia		16: Béke, igazság és erős intézmények
	8: Tisztességes munka és gazdasági növekedés		17: Partnerség a célok eléréséért
	9: Ipar, innováció és infrastruktúra		

2. ábra: Az ENSZ fenntarthatósági céljai

Ahhoz, hogy a fenntartható fejlődési célok minél jobb teljesülését célzó környezeti politikát fogalmazzunk meg olyan modell megalkotása szükséges, amely a célok-alcélok-indikátorok rendszerébe illeszthető, ezért a modellalkotás előtt elemezni kell a hozzárendelések és összefüggések struktúráját. A doktori értekezés egyik célja, az SDG rendszer hálózat alapú elemzése és a stratégiai környezeti vizsgálattal történő összekapcsolás új eredmények alkalmazhatóságának vizsgálata.

A stratégiai környezeti vizsgálat fogalmát a nemzetközi szakirodalomban megtalálható példákon keresztül mutatom be, melyek a teljesség igénye nélkül a következők:

Olyan szisztematikus és átfogó folyamat, amely a politika, terv vagy program (PPP) környezeti hatásait a lehető legkorábban értékeli [16].

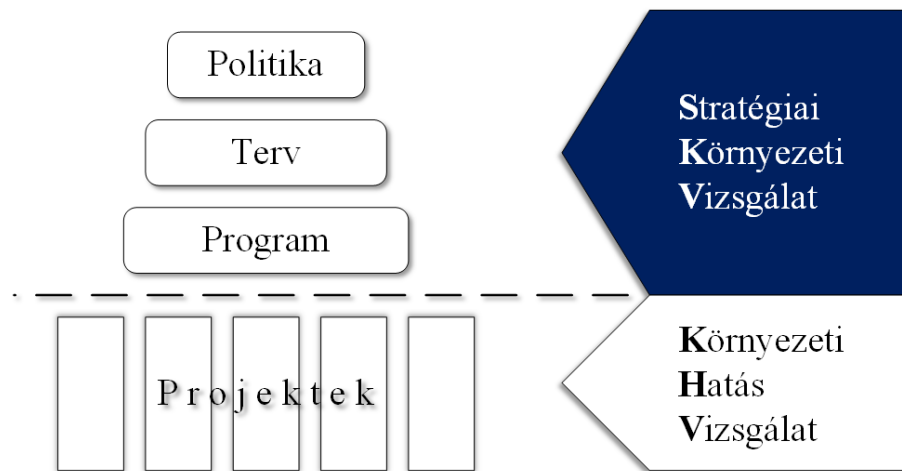
Olyan tevékenység mely az alternatívákat proaktívan értékeli a meglévő vagy tervezett PPP-kre. Szélesebb látókörrrel vizsgálva a célokat és célkitűzéseket annak érdekében, hogy a különböző várható kimenetek közül a legjobb megoldás kerüljön kiválasztásra [17].

Olyan döntéshozatali támogató eszköz, amelynek célja a környezeti és társadalmi kérdések magasabb szintű PPP döntéshozatali folyamatokba történő integrálása, a problémák különböző aspektusainak, a különböző perspektíváknak és megoldások hozzáférhető formában lévő elérhetővé tétele a döntéshozó számára [18].

Olyan folyamat, melynek célja, hogy rendszeresen értékelje az egyes régiók alternatív stratégiai kezdeményezéseinek potenciális környezeti hatásait, beleértve a kumulatív hatásokat is, valamint ennek során információval lássa el a politikát, terveket vagy programokat készítőket [19].

Olyan stratégiai keretrendszer, amely segítséget nyújt a fenntarthatóság felé vezető fejlesztési környezet kialakításában, azáltal, hogy egyaránt integrálja a környezeti és fenntarthatósági kérdéseket a döntéshozatalban, felméri a stratégiai fejlesztési lehetőségeket és azok végrehajtásának segítése céljából iránymutatásokat fogalmaz meg [20].

A fenti definíciókból a „lehető legjobb kimenetel”, arra utal, hogy a módszertannak alkalmasnak kell lennie a különböző alternatívák összehasonlító elemzésére (másképpen megfogalmazva: „az egyes forgatókönyvek/szcenáriók” rangsorolására). A „döntéshozatali támogató eszköz” kifejezésből adódik, hogy az elemzés és annak eredményei egyértelmű segítséget kell, hogy nyújtsanak a PPP-k tervezése során. Fontos továbbá a „régiók” szóhasználat kiemelése, mivel az SKV-nak nem célja a helyi (lokális) beruházások környezeti hatásainak elemzése. A stratégiai környezeti vizsgálat területe leképezhető grafikusán is, amelyet a **3. ábra** mutat be.



3. ábra: Az SKV és KHV szintje [21], [12]

A **3. ábra** látható, hogy a helyi beruházások környezeti hatásainak vizsgálata a környezeti hatásvizsgálat tárgykörébe tartozik, míg a nagyobb léptékű regionális vagy országos jelentőségű beruházások vizsgálata az SKV elsődleges feladata. A két eszköz közötti alapvető különbségeket a **1. táblázat** foglalja össze.

1. táblázat: A KHV és SKV összehasonlítása [21]

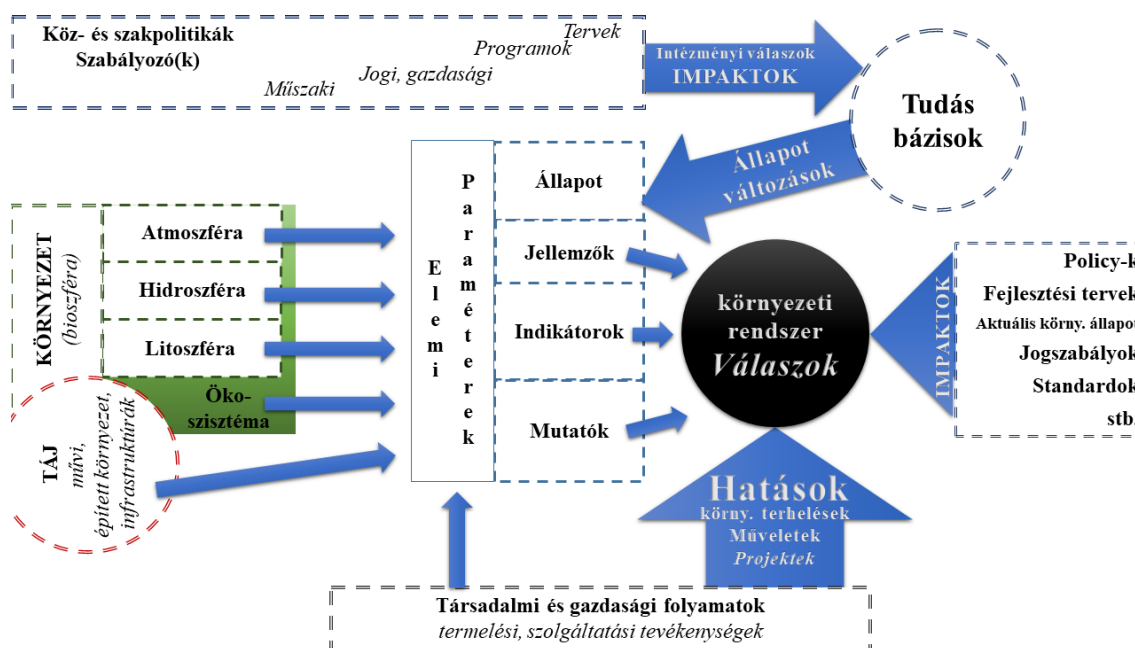
Környezeti Hatásvizsgálat	Stratégiai Környezeti Vizsgálat
Specifikus és viszonylag rövidtávú (élet ciklusú) projektekre és azok specifikációira alkalmazható.	Politikák, tervek és programok széleskörű és hosszútávú stratégiai perspektívájára alkalmazható.
Elsősorban a projekt paraméterek beállítására használják a projekt tervezés korai szakaszában.	Ideális esetben a stratégiai tervezés korai szakaszában alkalmazzák.
A kezelhető projektalternatívák száma korlátozott.	Számos párhuzamos forgatókönyv kezelésére is alkalmas.
Általában a projekt tervezői által készített és/vagy finanszírozott.	A „projekt gazdától” független.
A projekt engedélyezésére fókuszál, ritka a visszacsatolás a PPP-kre.	A PPP-kre összpontosít a jövőbeli alacsonyabb szintű döntések támogatásának érdekében.
Jól definiált lineáris folyamat egyértelmű kezdő és végponttal (pl.: a megvalósíthatóságtól a projekt jóváhagyásáig).	Többlépcsős iterációs folyamat visszacsatolásokkal.

A KHV dokumentációja formailag és tartalmilag jogszabályilag kötött. A dokumentum képezi az ellenőrzések alapját.	A dokumentáció formája nem kötött.
Kiemelt hangsúlyt fektet az adott projekt környezeti és társadalmi hatásainak csökkentésére, de azonosítja a projektben rejlő lehetőségeket is.	Kiemelt hangsúlyt fektet a PPP-kben a környezeti, társadalmi és gazdasági célok kiegyensúlyozott teljesülésére, beleértve a makro szintű fejlesztési lehetőségek feltárását.
A kumulált hatásokat korlátozottan kezeli, gyakran csak projektfázison értelmezve. Nem terjed ki a regionális fejlesztésekre vagy összetett projektekre.	Szorosan magában foglalja a kumulatív hatások értékelését.

A stratégiai környezeti vizsgálat alkalmazásának, illetőleg módszertani fejlesztésének végzéséhez szükséges a környezeti-, gazdasági-, és társadalmi alrendszerek összekapcsolását célzó és megalapozó tanulmányok áttekintése.

Az OECD 1994-ben a környezetállapot-értékelés keretrendszereként alkalmazta és továbbfejlesztette a Friend által 1970-ben kidolgozott PSR (pressure-state-response) modellt [25]. A terhelés-állapot-válasz modellben az emberi tevékenységek, a környezeti és természeti erőforrások, valamint a gazdasági és környezeti tényezők közötti összekapcsoltság már ekkor megjelenik [26]. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség kiegészítve az indikátor keretszerkezetet létrehozta a DPSIR (driving forces-pressures-state-impacts-responses) modellt, melyben már megfogalmazták, hogy a társadalmi és gazdasági mozgatóerők terhelése okozza a környezetállapotban bekövetkező változásokat [27].

A környezetelemzési komplex tudástér modell (KxTt) [11, 12] tartalmazza a különböző környezethasználatokat, erőforráskészlet- és környezetállapot változásokat „tudásbázisokba” rendezve (4. ábra), melyek alapján a stratégiai környezeti vizsgálatához (mint a modell alkalmazásához) szükséges alap indikátorok köre meghatározható.



4. ábra: Komplex Tudástér Modell [10]

A **4. ábra** szereplő modell szerint az alapindikátoroknak tartalmaznia kell a környezetet leíró adatokat és azon társadalmi, valamint gazdasági adatokat, amelyek a környezeti állapot megváltozására vélhetőleg – jelentős – hatással vannak, mivel a szakpolitikák, ágazati vagy regionális fejlesztési programok ebben a térben kerülnek megvalósításra, a különböző kölcsönhatásokat, pozitív és negatív szinergiákat más terekkel, a KxTt, mint keretrendszer alapján kell vizsgálni. A KxTt modell – és a környezetelemzés – konkrét célproblémára is felhasználható, így alkalmas például a vízgyűjtő-gazdálkodás szakági kérdéseinek megválaszolására is [114].

A KxTt modell alkalmazásba vétele jelenti a stratégiai környezeti vizsgálatok olyan megközelítésű algoritmizálását (alkalmazási módszerfejlesztés), melynek eredményeként a különböző környezethasználatok által generált környezeti állapotváltozások (terhelés változások) gazdasági és társadalmi hatásaikkal közösen, integrált módon illeszthetők be a PPP tervezésbe.

Mivel a Komplex Tudástér Modell magába foglalja a köz- és szakpolitikai szabályozó eszközöket, a környezet (bioszféra) egészét kapcsolatokat képez a gazdasági, társadalmi visszacsatolásokkal, ezáltal tartalmaz minden olyan alkotót, ami lehetővé teszi, hogy a modell kimeneti célfüggvénye összhangba kerüljön az ENSZ 17 fenntartható fejlődési céljával.

Rostás és Bulla 1990-ben kiemelte, hogy a környezet állapotjellemzői nem változtathatók egymástól függetlenül, mivel azok között kapcsolatok vannak, ezért az összefüggések feltárása döntő fontosságú, ha a környezeti szempontú javító intézkedéseket meg akarjuk határozni [109]. Mivel a környezeti elemeknek és rendszereknek a változása lassú folyamat, ezért az állapotértékelő elemzésekből származó következtetésen alapuló döntéseknek azokra a tevékenységekre (hatásokra) kell fókuszálniuk, amelyek a változást előidéznek [110]. A hatások ökoszociális, piaczgazdasági szemléletű szabályozása olyan paradigmaváltást jelent, melyet a meglévő gazdasági-társadalmi rendszerek működtetéséhez történő erős csoportérdekek fűződése akadályoz [111].

A biológiai és kulturális sokszínűség egymástól független kezelése megnehezíti a kölcsönhatások változó társadalmi-gazdasági trendekben és feltételekben történő kifejeződését. Az inter- vagy multidiszciplináris gondolkodás a folyamatok vizsgálatakor elengedhetetlen az ésszerű és hatékony stratégiák kialakításához, amelynek feloldására minőségi és mennyiségi integratív elemzőeszközök fejlesztésére van szükség [112].

4.2. A fenntartható fejlődési célok összefüggésrendszere

A stratégiai környezeti vizsgálat „klasszikus” hatásvizsgálati módszertantól eltérő értelmezése szerint a vizsgálatköteles nagy beruházásokat a környezeti politikákkal és a fenntarthatósági célokkal kell összevetni. Az ENSZ által deklarált fenntartható fejlődési célok és alcélok [23] valamint az ezeket jellemző indikátorok [24] hierarchikusan – felülről lefelé – kapcsolódnak. Ez azt jelenti, hogy az eredeti tanulmányok a célokhoz rendeltek alcélokat, valamint az alcélokhöz rendeltek indikátorokat, ugyanakkor a különböző célok, alcélok vagy indikátorok közötti összefüggéseket nem tárgyalják.

A Nemzetközi Tudományos Tanács (International Council for Science; ICSU) szakértői csoportja elemezte a fenntartható fejlődési alcélok közötti kapcsolatokat [28]. A tanulmány fejezeteiben célonként hasonlították össze az adott célhoz tartozó alcélokat, amelyet -3 és +3 közötti skálán súlyoztak. Összesen 238 pozitív, 66 negatív és 12 semleges alcél szintű kapcsolatot állapítottak meg [28]. A szakértők összefoglalása szerint, az SDG2, SDG3, SDG7 és SDG14 célok vannak a legerősebb szinergiában a többi fenntarthatósági céllal [28].

A fenntartható fejlődési célhierarchia teljeskörű vizsgálatával kapcsolatban kevés nemzetközi szakirodalom érhető el, ami elsősorban annak komplexitásából adódik. A jelenlegi SKV gyakorlat azt mutatja, hogy továbbra is a KHV alapú megközelítés a legelterjedtebb. A paradigmák új tudományos komplexitáselméletekké történő átalakítása jelentős kihívást jelent a szakembereknek [30]. Hegazy és mtsai. kiemelik, hogy az SKV a megfelelő eszköz a fenntartható fejlődési célok eléréséhez [31].

Butler és mtsai. integrált foratókönyv elemzéssel vizsgálták az SDG-k közötti kapcsolatokat. Arra a következtetésre jutottak, hogy az előre tekintő adaptációnak a megélhetési fejlesztési tervekbe való integrálásához és a transzformációs stratégiák azonosításához hosszútávú tanulási folyamatokra van szükség [35]. Fontos továbbá az alapvető változók (essential variables; EV) azonosítása, amelyek által több összehangolt SDG monitoring rendszer alkalmazható, mint átmenet az elsődleges megfigyelések és a mutatók között [36]. A célok elérésének a teljesülési szintjét célszerűen súlyozott célmutatók alapján lehet és kell megbecsülni [43].

A célok teljesüléséhez nagyban hozzájárulhatna a digitális kormány (def.: a digitális kormány azt vizsgálja, hogy a különböző kormányzati szervek hogyan használhatják legjobban az információs és kommunikációs technológiákat (ICT), hogy megfeleljenek a jó kormányzati elveknek és elérjék a politikai célokat [37]), mint a végrehajtás egyik vezető szereplője, ugyanakkor a tagállamok több mint 69 %-ában még nincs jelen [38].

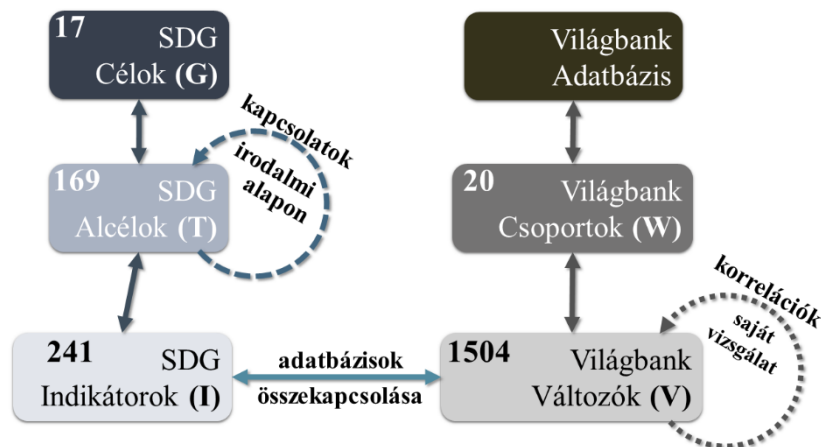
Az egészséggel összefüggő fenntarthatósági célokat a „globális betegségek, sérülések és kockázati tényezők tanulmány” (Global Burden of Diseases, Injuries and Risk Factors Study (GBD)) részeként értékelték a kutatók 1990 és 2016 között.

A vizsgálatot 188 országra az 50 egészséggel kapcsolatos indikátorból 37 mérésével és 2030-ig történő predikciójával végezték [39]. Harris és Viliani kiemeli egyrészt, hogy az ilyen tanulmányok modellezési koncepcióit stratégiaileg is el kell ismerni másrészt pedig hangsúlyozni kell a gazdasági fejlődés emberi egészségre gyakorolt hatását [40].

Az agrárszektorral kapcsolatos kérdések vizsgálata során, a mezőgazdaság átalakulási folyamatait elemzve megállapítható, hogy a mezőgazdaság több SDG elérése szempontjából is létfontosságú [41]. Allen és mtsai. 80 különböző modellt tipologizáltak és vizsgáltak. Az elérhető modellek fő hiányosságának a nemzeti fejlesztési tervezés analitikus támogatása tekintetében a társadalmi aspektus(ok) alulreprezentáltsága tekinthető [42].

Singh és mtsai. az „óceánok és tengerek védelme; SDG14” cél összefüggéseit elemezték és megállapításuk: miszerint az óceán cél minden más céllal összefügg, az SDG rendszer saját belső összefüggésrendszerének tényét támasztja alá [44].

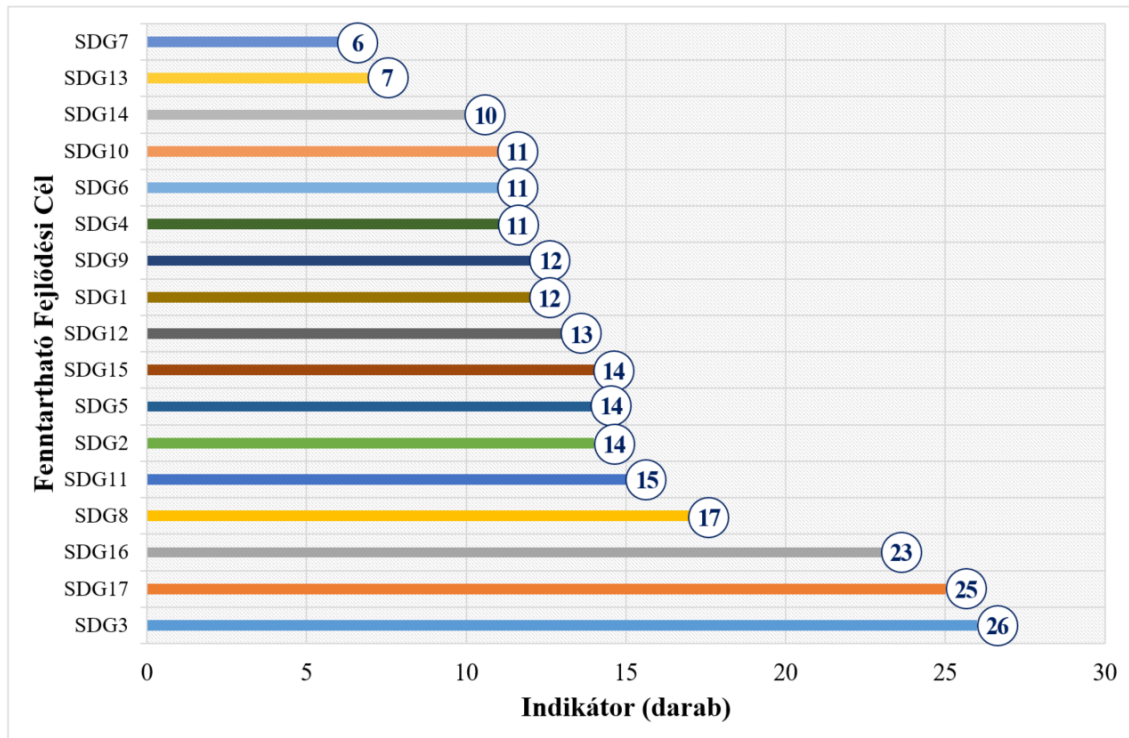
Annak érdekében, hogy az SKV-k a fenntarthatósági célok teljesüléséhez optimalizált módon járuljanak hozzá szükséges a célok közötti összefüggések feltárása, amely az **5. ábra** szerint ismertett információforrások által végezhető.



5. ábra: A fenntarthatósági célok és makrogazdasági adatok összekapcsolása

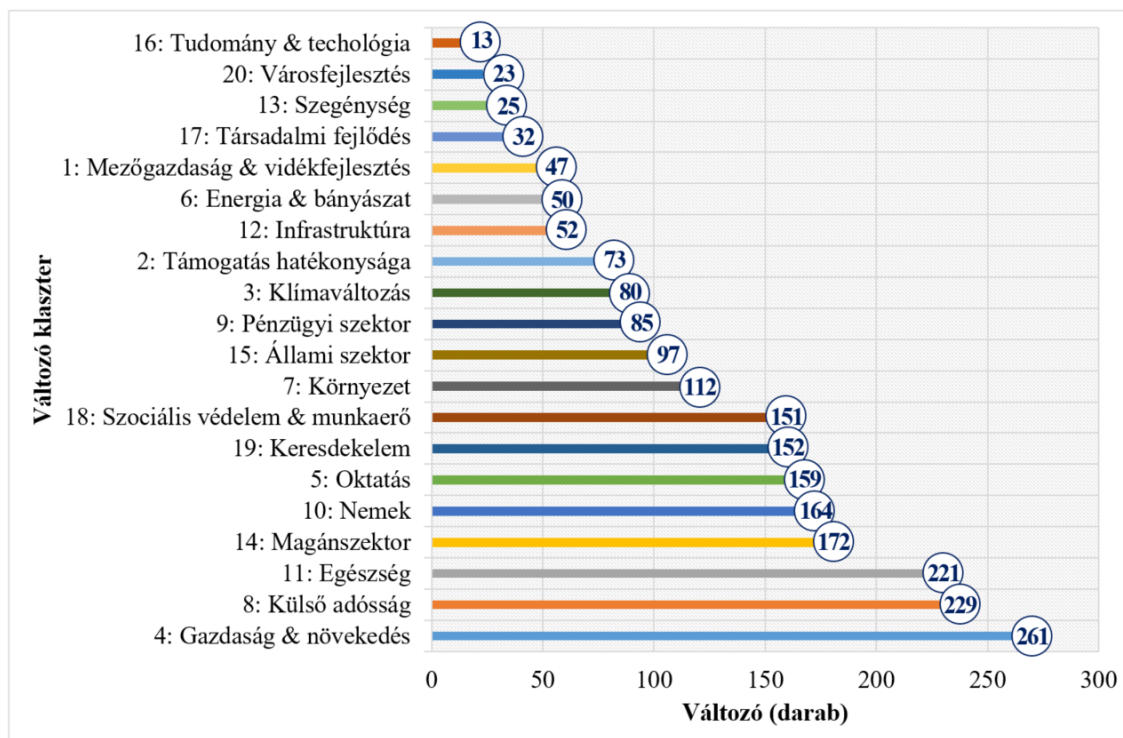
Az **5. ábra** bal oldalán található a fenntarthatósági célok, alcélok és indikátorok rendszere, míg a jobb oldalon a Világbank által gyűjtött statisztikai adatok [13]. Az alcélok közötti kapcsolatokat a Nemzetközi Tudományos Tanács egyik tanulmánya [28] elemzi. Azzal, hogy összekapcsolták az alcélokat, az SDG-k között is létrehoztak kapcsolatokat, melyek a későbbiekben részletesen bemutatásra kerülnek.

A fenntartható fejlődési célokhoz rendelt indikátorok számát a **6. ábra** mutatja be. Az SDG3, SDG17 és SDG16 célokhoz rendelték a szakértők a legtöbb indikátort, míg az SDG7 és SDG13 a legkevésbé reprezentált.



6. ábra: Az ENSZ fenntartható fejlődési céljaihoz rendelt indikátorok száma

A Világbank által gyűjtött változók csoportosítását a **7. ábra** mutatja be. A teljes adatbázis összesen 1504 különböző változót tartalmaz, melyeket 20 csoportba soroltak. A rendszerezés szerint egy változó több csoporthoz is tartozhat, így a **7. ábra** által bemutatott összes darabszám 2198. Az adatok 1960 és 2015 közötti időszakban változó mennyiségben érhetőek el. Vannak olyan változók, melyek értéke a teljes időszávon rögzítésre került és vannak olyan változók, melyekre csak 1-2 évre érhető el adat. A Világbank adatbázisának alkalmazását indokolja, hogy ez az adatforrás a legtöbb változót és megfigyelést tartalmazó, szabadon hozzáférhető legkomplexebb környezeti-, gazdasági-, társadalmi adatbázis.



7. ábra: A Világbank változóinak csoportosítása

A legtöbb adat a gazdaság és növekedés témakörben érhető el (261 darab), ezután következik a külső adósság (229 darab), majd az egészség (221 darab). A Világbank csoportjai részben megfeleltethetők az ENSZ 17 fenntarthatósági céljának, azonban a csoport és cél szintű összekapcsolás jelentős információvesztést hordoz magában. Amennyiben feltételezzük, hogy a Világbank 10-es számú csoportja, a „nemek” összefügg az SDG5 „Nemek közötti egyenlőség” céllal, akkor mind a 164 változót összekapcsoljuk az SDG5-öt leíró 14 darab indikátorral. A rendszer és az összekapcsolás sokkal hatékonyabb, ha az indikátorok és változók szintjén végezzük a megfeleltetést, mivel a kapcsolatok lehetséges száma így 340-ről (20 csoport * 17 cél) 362464-re (1504 változó * 241 indikátor) növekszik, ami egyrészt kizárja a csoport-cél összekapcsolás esetleges valótlan összefüggéseit, másrészt a kölcsönös megfeleltetés ezen a szinten sokkal egzaktabb megfogalmazású, így az elmező által bevitt szubjektivitás szintje minimálisra csökkenthető.

A Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács (NFFT) meghatározta a fenntartható fejlődési célok elérésének mérésére szolgáló 16 darab kulcsindikátort, amelyek részletes elemzését a **2. táblázat** és **3. táblázat** mutatják be.

2. táblázat: Magyarország SDG kulcsindikátorai [59]

Sorsz.	Indikátor	2012	2013	2014	2015	2016	Helyzet	Trend	EU átlag	V3 átlag
1.	Teljes termékenységi arányszám	1,34	1,34	1,41	1,44	1,49	Átlag alatti	Javuló	1,58	1,43
2.	Oktatási kiadások a GDP %-ában	4,08	3,93	4,30	4,35	n.a.	Átlag alatti	Javuló	n.a.	n.a.
3.	Korai iskola-elhagyók (%)	11,8	11,9	11,4	11,6	12,4	Rossz	Romló	10,7	6,4
4.	Születéskor egészségesen várható élettartam (év), férfiak/nők	59,2/60,5	59,1/60,1	58,9/60,8	58,2/60,1	n.a.	Rossz	Romló	62,6/63,3	n.a.
5.	Súlyos anyagi deprivációban élők aránya (%)	27,8	24	19,4	16,2	n.a.	Rossz	Javuló	8,1	7,7
6.	Az általános bizalom szintje (ESS, 0-10 skálán)	4,8	n.a.	4,2	n.a.	n.a.	Átlag alatti	Romló	n.a.	n.a.
7.	Korrupció érzékelési index (Transparency Int., 0-100 skálán)	55	54	54	51	48	Átlag alatti	Romló	65	56
8.	Civil szervezetek száma (ezer)	65,3	64,5	63,9	63,9	62,1	Átlagos	Romló	n.a.	n.a.

3. táblázat: Magyarország SDG kulcsindikátorai (folyt.) [59]

Sorsz.	Indikátor	2012	2013	2014	2015	2016	Helyzet	Trend	EU átlag	V3 átlag
9.	Biológiailag inaktív területek (az összterület %-ában)	67	67	67	67	67	Rossz	Stagnáló	n.a.	n.a.
10.	Természeti erőforrás-termelékenység (GDP/DMC, eur/kg)	1,15	1,02	0,83	0,87	1,05	Átlag alatti	Stagnáló	2,23	0,99
11.	A lakosság kitettsége a levegő szilárdanyag-szennyezettségnek [PM(10)] ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	28,8	27,3	28,2	n.a.	n.a.	Átlag alatti	Romló	22,5	n.a.
12.	Foglalkoztatási ráta a 20-64 éves korú lakosság körében (%)	61,6	63	66,7	68,9	71,5	Átlagos	Javuló	71,1	69,2
13.	Beruházások: bruttó állóeszköz-felhalmozási ráta (GFCF/GDP)	19,4	20,9	21,8	21,7	17,8	Átlag alatti	Romló	19,8	20,1
14.	K+F kiadások (a GDP %-ában)	1,27	1,40	1,37	1,39	n.a.	Átlag alatti	Stagnáló	2,03	1,25
15.	Államadósság (bruttó) a GDP %-ában	78,2	76,6	75,7	74,7	74,1	Átlagos	Javuló	83,5	49,2
16.	Időskori eltartottsági ráta	24,6	25,1	25,8	26,5	27,2	Átlagos	Romló	29,3	23,7

Az NFFT által meghatározott kulcsindikátorok egy ötosztályos minősítési rendszerbe sorolhatók be, ahol a viszonyítási alap lehet célérték/optimum, EU vagy V3 átlag [60]. A 2013/2014-es időszakra vonatkozó adatok szerint az ország kulcsindikátorai közül 5 darab esik a rossz kategóriába, 7 indikátor átlag alatti, 3 indikátor átlagos és 1 indikátor átlag feletti. A kulcsindikátorok ezen időszakra vonatkozó átlagteljesítménye az országnak a 2 (átlag alatti) kategóriának felel meg (kulcsindikátorok minősítését a **4. táblázat** tartalmazza, amely az NFFT által használt besorolás [104] adaptálásával és kiegészítésével készült).

4. táblázat: A kulcsindikátorok minősítése a 2013/14-es időszakra

Indi- kátor	Rossz	Átlag alatti	Átlag	Átlag feletti	Jó	Minősítés
	1	2	3	4	5	
1.	2014					1
2.	2014					1
3.			2014			3
4.		2014				2
5.	2014					1
6.		2014				2
7.		2014				2
8.			2014			3
9.	2014					1
10.		2014				2
11.		2014				2
12.		2014				2
13.			2014			3
14.		2014				2
15.	2014					1
16.				2014		4
Átlag						2.00

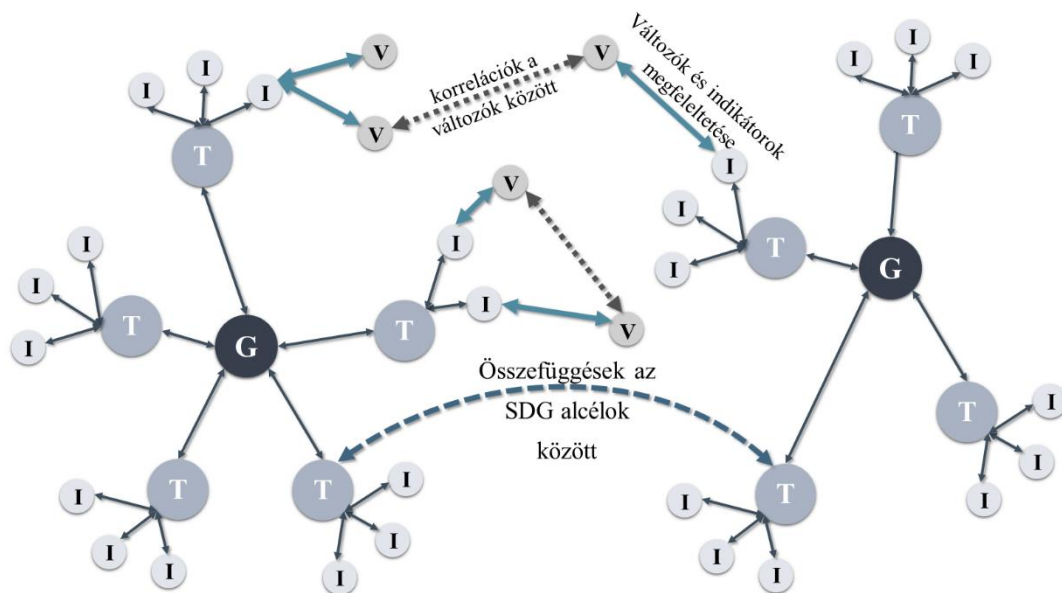
Az NFFT által meghatározott és bemutatott kulcsindikátorok a KEM modell magyarországi alkalmazásba vételének egyik lehetséges megoldása lehet, azonban a jelen doktori értekezésnek nem célja a modell kizárólagos magyarországi viszonyokra történő specifikálása, hanem olyan ok-okozati összefüggések feltárására alkalmas módszertant mutat be, amely a nemzetközi alkalmazásathatóságra fókuszál.

A 16 darab kulcsindikátorra történő adaptációval a modell dimenziójának csökkentése ugyan megoldható lenne (mivel a rendelkezésre álló megfigyelések száma nagyobb, mint az állapotváltozók száma), azonban a modell eredményei csak Magyarországra lennének alkalmazhatók.

Másik dimenziócsökkentési lehetőség, ha olyan nemzetközi gyakorlatban használt fenntarthatósági emelzési módszereket adaptálunk, amelyek változóira van elérhető adat. A városok fenntarthatóságának elemzésére kifejlesztett SDEWES index módszere 37 változót tartalmaz [121]. A jelen doktori értekezés szerzője bemutatta, hogy a módszer felhasználásával miként elemezhető Veszprém és Zalaegerszeg városok környezeti állapota [122].

A tényleges makrogazdasági adatok révén a fenntartható fejlődési célok kontextusának tisztázása úgy lehetséges, ha az ENSZ által meghatározott indikátorokhoz rendeljük hozzá a Világbank által gyűjtött változókat, azt az elvet követve, hogy csak a legpontosabb egyezések kerüljenek figyelembevételre, míg a kifejezetten közvetett jellegű kapcsolatok ezekben elhanyagolásra kerülnek. Például a Világbank adatbázisában szereplő „anyai halálozási arány (nemzeti és modellezett becslés 100 000 élveszületésre” tartamában tökéletesen megegyezik a 3.1.1 számú SDG indikátorral „anyai halálozási arány”. Vannak olyan SDG indikátorok is, amelyek több változóval írhatók le, ilyen például a 16.6.1 SDG indikátor az „elsődleges kormányzati kiadások az eredeti jóváhagyott költségvetés arányában, ágazatonként (vagy költségvetési kódok vagy hasonlóság szerint)”. Ebben az esetben minden kormányzati kiadást külön-külön hozzá kell rendelni az említett indikátorhoz. A lehetséges összekapcsolások száma 362464, azonban vannak olyan SDG indikátorok, amelyeket a Világbank nem gyűjt, azaz a két halmaz közös metszete a potenciális számhoz képest jelentősen elmarad. Az indikátorok és változók között összesen 562 kapcsolat került meghatározásra.

Az összefüggésrendszer jobb megértését szolgálja a **8. ábra**. A célokhoz egyértelmű hozzárendeléssel tartoznak az alcélok, amelyekhez ugyancsak egyértelmű módon rendelték hozzá az indikátorokat. Abban az esetben, ha az indikátorokhoz változókat rendelünk és elemezzük ezeknek a változóknak az összefüggéseit, akkor az alcélokat és célokat is összekapcsoljuk egymással.



8. ábra: A célok, alcélok és indikátorok rendszere, valamint ezek összekapcsolása a változókkal

A **8. ábra** a célok, alcélok, indikátorok és változók hálózat alapú reprezentációját mutatja be. Amennyiben a rendszert hálózatként írjuk fel, úgy hálózat kutatási eszközökkel vizsgálhatjuk a rendszer belső struktúráját és dinamikáját [29]. Az SKV-k teljes potenciáljának kihasználása érdekében a gyakorlatnak figyelembe kell vennie a kumulatív- [32] és a pozitív hatásokat is [33], valamint egy alapállapotról vonatkozóan forgatókönyv elemzésekkel kell a különböző hatásokat bemutatni [34]. A hatások mértékét és azok összekapcsoltságát adatvezérelt hálózat kutatási eszközökkel lehet igazolt módon alátámasztani. Le Blanc hálózat kutatást végezve 2015-ös tanulmányában kimutatta, hogy a fenntartható fejlődési célok közül vannak olyan tematikus területek, amelyek jól kapcsolódnak egymáshoz, míg a többi területet gyengébb összekapcsoltság jellemzi [45].

Jelen doktori értekezésnek nem célja a hálózat kutatás nemzetközi szakirodalmának részletes tárgyalása, mivel nem hálózat kutatási módszertani fejlesztésről van szó, hanem csupán, mint eszköz felhasználásáról a stratégiai környezeti vizsgálat új típusú megközelítésére szolgáló dinamikus modell (KEM) elemzésére.

A hálózatokat alapvetően azok elemeivel és az őket meghatározó viszonyok (kapcsolatok, összefüggések) határozzák meg, mely koncepció matematikai értelemben a gráfelmélet fogalmaival mutat hasonlóságokat. Ennek értelmében a véges számú elemet részben vagy egészen összekötő vonalak halmazát nevezzük hálónak, egy adott viszony szerint meghatározott pontok halmazát nevezzük hálózatnak, míg ha a meghatározó viszonyok többféle rendezési elv szerinti csoportosítását tekintjük, akkor többretegű (multiplex) hálózatokról beszélünk [46].

A hálózatok – a gráfokhoz hasonlóan – lehetnek irányítás nélküliek (ez esetben a hálózat két eleme közötti kapcsolat megléte vagy annak hiánya szolgáltat információt a rendszer működéséről) vagy lehetnek irányítottak (amikor az egyik elem határozza meg a másik elem adott jellemző szerinti változását és/vagy fordítva, szimmetrikus és aszimmetrikus hálózatok) valamint lehetnek részben irányítottak [47].

A hálózatok minden esetben leképezhetők szomszédsági mátrixszal, (adjacency matrix) ahol a sorok és az oszlopok a hálózat elemeit jelölik, míg a mátrix elemei (bejegyzések) reprezentálják az éleket [47]. Amennyiben a kapcsolatok intenzitása fontos a vizsgált probléma kezelése miatt, úgy a hálózatok elemei közötti kapcsolatok súlyozhatók, ebben az esetben a súlyozott háló mátrixának elemei nem csak nulla és egy értéket vehetnek fel, hanem a problémától függően bármilyen értékkel leírhatók.

Páros vagy kétrészes (bipartite) gráfról/hálózatról beszélünk abban az esetben, ha egy gráf csúcsait – vagy egy hálózat elemeit – fel tudjuk osztani két olyan diszjunkt halmazra, hogy az összes élre teljesül az a feltétel, hogy egyik végpontja az egyik halmazban, a másik végpontja pedig a másik halmazban helyezkedik el [48].

A hálózatok jellemzésére többféle mutató alkalmazható attól függően, hogy a hálózat egy elemét vagy a hálózat egészét jellemzik. A hálózat egy elemének legalapvetőbb jellemzője a kapcsolatainak száma, amelyet a hálózati csomópont/elem fokának (degree) nevezünk. Irányított hálózat esetében megkülönböztetünk bemenő és kimenő kapcsolatokat (indegree, outdegree) [49].

A csomópontok/elemek foka nem jellemzi azok tényleges hálózatban betöltött szerepét, vagy fontosságát ezért az aktivitás jellemzésére a Larry Page és Sergey Brin által 1998-ban kifejlesztett „PageRank” mutató használandó [50].

A PageRank koncepcióját a weboldalak hiperlink-hálózatban betöltött szerepére fejlesztették ki azzal a feltételezéssel, hogy az adott elemet (weboldalt) nem csak a kapcsolatok száma (hiperlinkek) határozzák meg, hanem a vele kapcsolatban álló elemek (weboldalak) kapcsolatainak (hiperlinkjeinek) száma is. A definíció rekurzív, azt mondja ki, hogy egy elem hálózatban betöltött szerepe (fontossága) akkor magas, ha a vele kapcsolatban álló elemek szerepe (fontossága) is magas. A PageRank számítását az **1. egyenlet** mutatja be [52].

$$R'(u) = c \sum_{v \in B_u} \frac{R'(v)}{N_v} + cE(u)$$

1. egyenlet: A PageRank számítása

Ahol:

$R'(u)$ – az u-adik elem PageRank értéke

u – a hálózat u-adik eleme

F_u – Az u-adik elemből kimenő kapcsolatok halmaza

B_u – Az u-adik elembe bemenő kapcsolatok halmaza

$N_u = |F_u|$ – az u-adik elemből kimenő kapcsolatok száma

c – normalizációs tényező, amely lehetővé teszi, hogy az összes elem PageRank-je állandó

$E(u)$ – az elemek vektora, amely megfelel az u-adik elem PageRank-jének.

A hálózat PageRank értékeinek számolása a rekurzivitásból adódóan iterációs folyamat, amelyet addig kell ismételni, amíg az értékek nem eléggé konvergálnak [53].

Ahhoz, hogy egy hálózat elemeinek összefüggésrendszerét le lehessen írni célszerű a hálózat elemeit csoportosítani, közösségekbe (community) rendezni. A közösségek azonosítása segíti az elemzőt a hálózat elemeinek ok-okozati összefüggésének megértésében, mivel a tematikus elemek értékeinek megváltoztatásával tematikus változtatások implementálhatók, így a beavatkozások optimalizálása „ex-ante” biztosított.

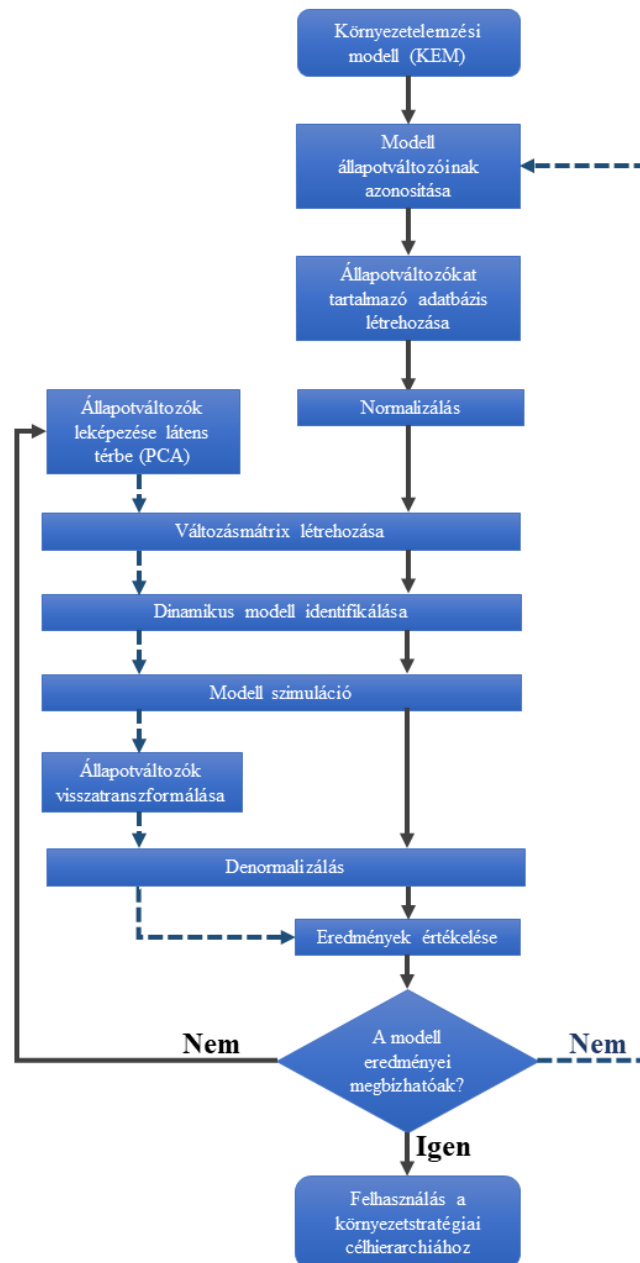
Egy hálózat közösségének nevezzük intuitív módon a hálózat csomópontjainak/elemeinek azon kohéziós csoportját, amelyek egymással „sűrűbben” kapcsolódnak, mint más közösségek csomópontjaival/elemeivel [51].

Visszautalva, a fenntartható fejlődési célok és a makrogazdasági adatok összekapcsolását bemutató **5. ábra** alapján a fenntartható fejlődési célok és alcélok felírhatók egy irányítatlan bipartit (páros) hálózatként, mivel minden hozzárendelés egyértelmű és az eredeti tanulmány a cél-cél szintű és alcél-alcél szintű kapcsolatokat nem tartalmazza [23]. Az alcélok és indikátorok hasonlóképp felírhatók bipartit hálózat formájában [24].

A hálózat alapú megközelítés lehetővé teszi, hogy ha összekapcsoljuk a fenntartható fejlődés indikátorait és a Világbank változóit, amelyek között az összefüggéseket feltárjuk, akkor az indikátorok, alcélok és célok közötti összefüggések is meghatározhatók a bipartit hálók különböző projekcióin keresztül.

5. A környezetelemzési modell (KEM) módszertana

A fenntartható fejlődési célok teljesülésének intenzifikálása érdekében olyan döntéshozatali támogatóeszköz (KEM modell) kifejlesztését tűztem ki célul, amely alkalmas a környezetgazdálkodási modell (továbbfejlesztett változat KxTt modell) változóinak ok-okozati összefüggéseinek feltárására, ezáltal makrogazdasági adatvezérelt szakértői rendszerként segíti a (környezeti) politikák, tervek és programok kialakítását. A környezetelemzési modell módszertanát a **9. ábra** mutatja be.



9. ábra: A környezetelemzési modell (KEM) módszertana

A környezetelemzési modell MATLAB környezetben került kialakításra. Az értekezésben a folyamatlelemek tudományos háttére és a modell eredményei kerülnek ismertetésre.

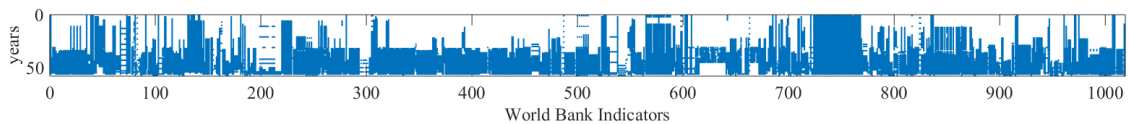
A következőkben a modellezés menetét először a **9. ábra** jobb oldali részén keresztül mutatom be, amikor az alap adatbázisra illesztik egy dinamikus modellt. A **9. ábra** bal oldalán látható visszacsatolási ág a modell továbbfejlesztését tartalmazza.

A környezetelemzési modell állapotváltozóinak azonosítása során fontos szempont volt, hogy az állapotváltozóra legyen elérhető (hosszútávú) idősoros adat, mivel az állapotváltozók állapotteret modellezni képezi az algoritmus alapját. Az állapotteret modellek az egyszerű idősoros modellek (például: trendelemzés) felváltására alkalmasak, míg a rendszer időbeli fejlődésének és a megfigyeléseknek egyidejű modellezése lehetővé teszi a konzisztens becsléseket a rendszer dinamikájának paramétereiről [54].

A fenntartható fejlődési célok teljesülésének intenzifikálása hasonló problémakört jelent, mivel a fenntartható fejlődési célok alcélokon és az azokat leíró indikátorokon keresztül definiáltak, így a rendszerbe történő beavatkozás(ok) az indikátor értékek perturbálását jelentik. Mindemellett fontos kiemelni, hogy a környezeti-, gazdasági- és társadalmi rendszernek önmagában (beavatkozás nélkül) is idősoros fejlődése van, ezért a stratégiai környezeti vizsgálatok során a különböző lehetséges beavatkozási alternatívákat nem csak egymással, hanem a normál (perturbáció nélküli) idősoros fejlődéssel is össze kell(ene) hasonlítani. Ez a fajta komplex megközelítés jelenleg a nemzetközi SKV gyakorlatban nem létezik.

Az állapotteret modell reprezentáció lehetőséget biztosít a rendszer perturbált és „magára hagyott” viselkedési mintájának feltárására is, ezért az állapotváltozók megválasztásakor az elérhető adatok mellett az elérhetőség időtartamát is vizsgálni kell.

A Világbank gondozásában lévő adatbázis [13] 1504 változó 55 év időintervallumára tartalmaz információt, azonban az elérhetőség változónként más és más. Azt, hogy melyik változóra hány adat áll rendelkezésre az 55 éves időtartamon, azt a **10. ábra** mutatja be.



10. ábra: A Világbank változóinak elérhetősége Magyarországra vonatkozóan az 55 éves időtartamon

A Világbank változóit a **10. ábra** által bemutatott módon, mátrix formában kerülnek importálásra a MATLAB-ba. A teljes beolvasott adattábla (X) tartalmaz minden változót és minden időpontot. A mátrixban az oszlopok jelentik a változókat (x_i), míg a sorok az adott változóra vonatkozó éves adatokat (x_k).

A **10. ábra** a Világbank magyarországi adatait ábrázolja, kék színnel jelölve a változóra elérhető adatokat, míg az ábra fehér színű részei adathiányt jelentenek. A **10. ábra** alapján megállapítható, hogy Magyarország esetében a teljes változó készlet 33,7 %-ban van feltöltve adatokkal. Ez az arány átlagosnak tekinthető, azaz a 283 darab különböző földrajzi egységre elérhető adattábla adatpont szám szerinti csökkenő sorrendbe rendezésével Magyarország a rangsor közepe tájékán helyezkedik el. Az adott országra elérhető adatok és az azokra vonatkozó megfigyelésszám jellemzi az ország fenntarthatósági elemzésének kiindulási keretrendszerét.

Mivel az egyes változók egymástól nagyon eltérő jellegűek lehetnek és többféle mértékegységben – többféle nagyságrendű értékekkel – fejezhetők ki, ezért a beolvasott alapadat mátrixot első lépésként normalizálni kell. A normalizált mátrixot X_n -ként jelölöm.

A környezetelemzési modell (KEM) az állapotváltozók összefüggésein alapul, amelyet a változók korrelációja fejez ki. Az adatvezérelt modell fő előnye, hogy egyáltalán nem tartalmaz szubjektív elemet, így az elemző által vélelmezett esetleges ok-okozati összefüggések a modellben nem szerepelnek, annak kimenetelét nem befolyásolják. Gyakori probléma a nemzetközi SKV gyakorlatban, hogy az elemzés végeredménye függ az elemzést végző szakértő tapasztalatától [55], így az eredmények reprezentativitási kritériuma teljesszűren nem minden esetben valósul meg.

A **9. ábrán** látható következő lépés maga a modell identifikálása. Az állapotbecsléshez a környezeti-, gazdasági- és társadalmi állapotváltozókat tartalmazó rendszert lineáris állapotter modell formájában írunk fel, amely általános alakját a **2. egyenlet** mutatja be [58].

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$$

$$y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

2. egyenlet: A generatív alapmodell folytonos alakban

Ahol:

$x(t)$ – Az állapotváltozók oszlopvektora

$u(t)$ – A bemenetek oszlopvektora

$y(t)$ – A kimenetek oszlopvektora

A, B, C, D –Konstans konverziós mátrixok

A bemenet elhagyható, ha a rendszert autonóm formában írjuk fel. Ebben az esetben az autonóm differenciálegyenlet-rendszer jobb oldala (**2. egyenlet**) közvetlenül nem függ az időtől, azaz sem a rendszer, sem a külső hatások nem változnak az időben. A bemenet nélküli formában történő felírás gyakori a makrogazdasági modelleknél, például a Keynesian-alapú modellek esetében is [108].

A **2. egyenlet** az időben folytonos rendszerek jellemzését mutatja be differenciálegyenlet formájában. Az állapotter alap generatív modellje felírható diszkrét alakban is, a differenciálegyenlet differencia egyenletté történő átalakításával, melyet a **3. egyenlet** mutat be.

$$x_{k+1} = A_d x_k + B_d u_k$$

$$y_k = C x_k + D u_k$$

3. egyenlet: Az állapotter modell diszkrét alakban felírva

Ahol:

x_{k+1} – Az állapotváltozók oszlopvektora a k+1-edik időlépésben

u_k – A bemenetek oszlopvektora a k-adik időlépésben

y_k – A kimenetek oszlopvektora a k-adik időlépésben

A_d, B_d – Konstans konverziós mátrixok, amelyek időlépésfüggők (d alsó index, mint diszkrét)

C, D – az állapotváltozók és bemenet hatása a kimenetre az időlépéstől független csak az állapotváltozó aktuális értékétől függ.

Az **3. egyenletből** következik, hogy a k+1 időlépésben minden egyes állapotváltozó értéke az összes változó tényleges értékeinek lineáris kombinációjától függ, ami a lineáris idővariáns rendszerek sajátossága [56]. Ez azt jelenti, hogy a rendszert egy egyszerű elsőrendű Markov dinamikával írhatjuk le [57].

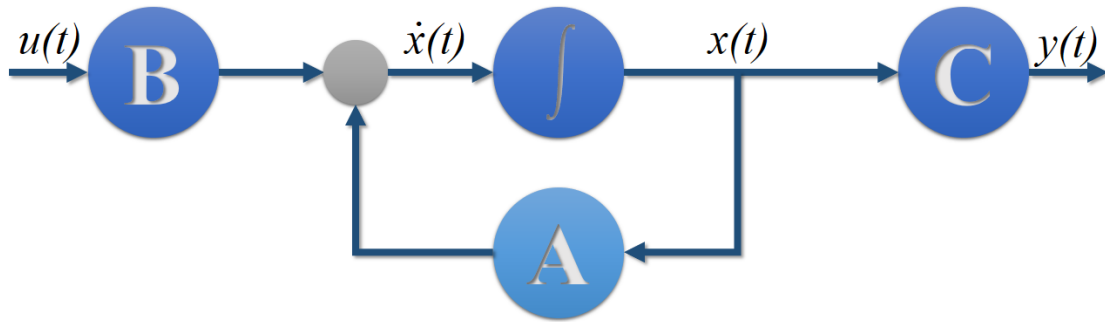
Ebben az esetben az általánosan használt megfigyelési zajvektorok elhanyagolásra kerülnek. Fontos kritérium, ha a megfigyelések száma sokkal nagyobb, mint az állapotváltozók száma, az átmeneti mátrix a legkisebb négyzetek módszerével becsülhető. Az $Ax_k = x_{k+1}$ diszkrét esetre felírva a legkisebb négyzetek módszerének megoldása jelenti annak az Ax_k vektornak a megkeresését, amely a legközelebb áll az x_{k+1} -hez. A probléma megoldását, azaz a KEM modell identifikálását a **4. egyenlet** mutatja be.

$$\begin{aligned}x_{k+1} &= A_d x_k \\x_k &= A_d x_{k-1} \\ \Delta x_k &= \hat{A}_d x_k \\ x_k &= \left(\hat{A}_d^T \hat{A}_d \right)^{-1} \hat{A}_d^T \Delta x_k\end{aligned}$$

4. egyenlet: A KEM modell identifikálása

A rendszer állapotában bekövetkező változások (az idősoros fejlődést leíró adatokat) a különböző időlépcsők megfigyeléseinek különbségeként állíthatók elő. A legkisebb négyzetek módszerének megoldásával keressük azt a Δx_k mátrixot, amely esetében a változók megfigyeléseinek „k” idősávon a kumulált kvadratikus hibája minimális, azaz a változónkénti parciális deriváltjai nullák.

Az állapottér modellek esetében fontos, hogy a megfigyelések száma magasabb legyen, mint a változók száma, más szavakkal, a rejtett állapotszekvenciának alacsonyabb projekciós dimenzióban kell lennie, mint a megfigyelési szekvencia [57]. A komplex rendszerek modellezése esetében ez a feltétel ritkán teljesül, ezért az eredmények megbízhatósága jelentősen elmarad a várakozásoktól. Ennek a problémának tipikus példája a környezeti rendszerek elemzése. A **11. ábra** az állapottér modell egyenleteinek grafikus leképezését mutatja be. A konverziós mátrixok sorrendiségéből jól látható, hogy adott kimenet „y(t)” eléréséhez milyen információforrásokra van szükség annak érdekében, hogy a modell identifikálható legyen.



11. ábra: Az állapotter egyenletek grafikus megjelenítése [58]

A **11. ábra** és a **2. egyenlet** alapján az állapotter egyenletek Laplace-transzformálását követően, felírható, hogy zérus peremfeltétel mellett az a bemenet és kimenet közötti összefüggés és az átviteli függvény az alábbi módon alakul [58]:

$$sX(s) = AX(s) + BU(s); \quad X(s)$$

$$Y(s) = CX(s) + DU(s); \quad X(s)$$

$$X(s) = (sI - A)^{-1}BU(s)$$

$$Y(s) = (C(sI - A)^{-1}B + D)U(s)$$

$$W(s) = C(sI - A)^{-1}B + D$$

5. egyenlet: Az állapotter modell bemeneteinek és kimeneteinek összefüggése [58]

Az **5. egyenletből** következik, hogy a $W(s)$ mátrix elemei jelentik az átviteli függvényeket a különböző bemenetek és kimenetek között [58]. A KEM modellben az állapotváltozók diszkrét időben lévő értékei és a Δx_k mátrix segítségével az átviteli mátrix identifikálható, ami lehetővé teszi, hogy az állapotváltozók jövőbeli értékét megbecsüljük. Mivel az átviteli mátrix nevezője minden esetben azonos, így a rendszer időállandója független a megválasztott bemenettől és kimenettől.

Az időállandó függetlenségéből adódik, hogy a modellel történő állapotbecslést két módon végezhetjük: egyrészt egylépéses predikcióval, másrészt az általunk meghatározott időlépcsővel, tetszőleges időszakra.

Amennyiben az X_{cn} normalizált mátrixszal végezzük el a szimulációt, úgy az állapotváltozók dimenziója (1504) sokkal magasabb, mint az adott állapotváltozóra elérhető megfigyelések száma, amely elméleti maximuma 55. Ugyanakkor a **10. ábrán** látható, hogy a legtöbb állapotváltozó esetében a megfigyelések száma ettől jelentősen elmarad. A magyarországi adatbázis esetében a 82 720 darab adatpontból összesen 27 861 darab érhető el, ami 33,7 %-os lefedettséget jelent. A modell eredményei akkor lesznek megbízhatóak, ha a megfigyelések száma nagyobb, mint az állapotváltozók száma ($m \gg n$). A kritériumnak történő megfelelés érdekében a KEM algoritmusba beépítésre került egy döntési ág, mely alapján két lehetőség van az identifikációs hiba csökkentésére. Az első megoldás (**9. ábra** jobb oldali visszacsatolási ág), ha az állapotváltozók számát redukáljuk mindaddig, míg a kapott eredmények megbízhatósága el nem éri azt a szintet, amelyet az elemző kitűzött célul és elfogad.

Az állapotváltozók számának csökkentése történhet célzott kiválasztással, amikor az elemző határozza meg, hogy mely állapotváltozókat kívánja a modellben felhasználni, vagy történhet matematikai alapon, amikor azokat az állapotváltozókat használjuk fel a szimulációhoz, amelyekre a legtöbb elérhető adat van.

A dimenziócsökkentés másik lehetséges megoldási módját mutatja be a **9. ábra** döntési ágának bal oldali visszacsatolása, amikor a kiindulási adathalmaz dimenzióját főkomponens elemzéssel csökkentjük, a redukált dimenziójú térben végezzük el a szimulációt, majd a folyamat végén az eredményeket visszatranszformáljuk az eredeti dimenzióba.

A főkomponens elemzés (Principal Components Analysis; PCA) az adathalmazok mintáinak azonosítására szolgáló széleskörben alkalmazott eljárás, amely segítségével az adatok közötti hasonlóságok és különbségek könnyebben értelmezhetők [61]. A KEM algoritmus során a PCA másik fő előnyét hasznosítjuk, amely az adatminták megtalálása után az adatok tömörítését jelenti. A dimenziócsökkentés úgy végezhető el főkomponens elemzéssel, hogy az információvesztés minimális legyen [61], amely az adatok ortogonális transzformációja segítségével valósítható meg, azaz az eredeti adathalmaz korreláló változóit lineárisan független (korrelálatlan) változók készletévé alakítja, amelyeket főkomponenseknek nevezünk. A főkomponensek száma kisebb vagy egyenlő, mint az eredeti változók száma és varianciájuk szerint az első főkomponens varianciája a legnagyobb, majd a további főkomponensek varianciája csökken, ha a transzformációt követően merőlegesen az öt megelőző főkomponensre [62].

A főkomponens elemzés főbb lépései az adathalmaz létrehozása, az adatdimenziókénti átlag kivonása, a kovariancia mátrix kiszámítása, a kovariancia mátrixhoz tartozó sajátvektorok és sajátértékek kiszámítása, a főkomponensek kiválasztása és a vonásvektor kialakítása, majd az új adathalmaz származtatása [61].

Két változó kovarianciájának meghatározása alábbi **6. egyenlet** szerint írható fel.

$$C(x_i, x_j) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \mu_{x_i})(x_j - \mu_{x_j})$$

6. egyenlet: A kovariancia meghatározása

Ahol:

x_i – Az i -edik Világbank változó

x_j – A j -edik Világbank változó

m – A változókhoz tartozó megfigyelések száma

μ_{x_i} – Az i -edik Világbank változó mintaelemeinek átlaga

μ_{x_j} – A j -edik Világbank változó mintaelemeinek átlaga

Két azonos mintaelemű változó kovarianciájának meghatározásánál külön-külön kiszámítjuk a változók mintaelemeinek különbségét az adott változó mintaelemeinek átlagától, majd a kapott értékek páronkénti összeszorított értékének összegét elosztjuk a mintaelemszám 1-gyel csökkentett értékével [63].

A vektorterek lineáris transzformációja során – amely a mátrix szorzás egy speciális esete – azokat a vektorokat, amelyek irányukat nem változtatják meg sajátvektornak nevezzük, valamint a λ arányossági tényezők akkor lesznek tekinthetők az „A” mátrix sajátértékeinek, ha létezik egy olyan nem nulla „v” vektor, amelyre teljesül, az $Ax = \lambda x$ feltétel. Ha „v” sajátvektor, akkor a valós számú többszöröse is sajátvektor, amelyre a fenti feltétel ugyanúgy teljesül [64]. A négyzetes mátrix sajátértékei egyenlők az n-edfokú karakterisztikus polinom ($\det(A - \lambda I)$) gyökeivel. A sajátértékek meghatározását követően az „A” mátrix sajátvektorai az $(A - \lambda I)s = 0$ homogén egyenlet nemtriviális megoldásai segítségével állíthatók elő [65].

A kovariancia fogalmával szoros kapcsolatban áll a korreláció, amelyet a változók közötti összefüggések leírására használunk. Attól függően, hogy hány változót vizsgálunk, megkülönböztetünk két- vagy többváltozós korrelációs számítást [66]. Az „m” darab megfigyelésű kétváltozós Pearson-féle korrelációs együttható az alábbi **7. egyenlet** szerint számolható [67]:

$$\rho(x_i, x_j) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m \left(\frac{x_i - \mu_{x_i}}{\sigma_{x_i}} \right) \cdot \left(\frac{x_j - \mu_{x_j}}{\sigma_{x_j}} \right)$$

7. egyenlet: A Pearson-féle korrelációs együttható kiszámítása

Ahol:

$\rho(x_i, x_j)$ – A Világbank i-edik és j-edik változóinak Pearson korrelációs együtthatója

m – A változókhoz tartozó megfigyelések száma

x_i – Az i-edik Világbank változó

x_j – A j-edik Világbank változó

μ_{x_i} – A Világbank i-edik változójához tartozó megfigyelések átlaga

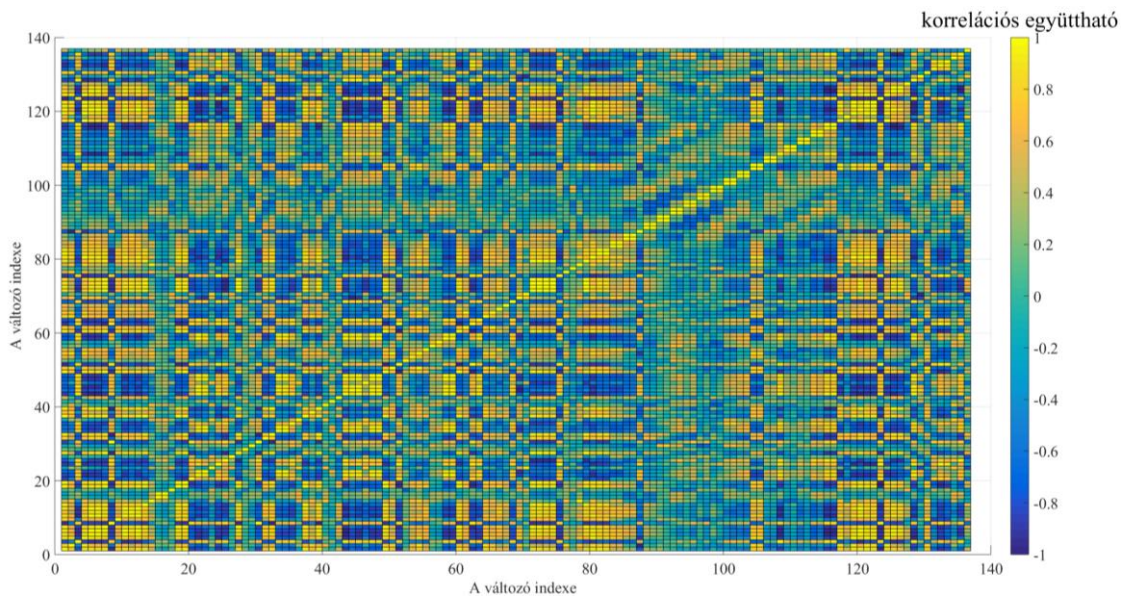
μ_{x_j} – A Világbank j-edik változójához tartozó megfigyelések átlaga

σ_{x_i} – A Világbank i-edik változójához tartozó megfigyelések szórása

σ_{x_j} – A Világbank j-edik változójához tartozó megfigyelések szórása

A KEM modell esetében a Világbank adatbázisában megtalálható 1504 változó közül kiválasztásra kerültek azok a változók, amelyekre a legtöbb adat rendelkezésre áll. A kiválasztás alapja az elérhetőség (megfigyelések száma) volt. A Világbank adatbázisában a megfigyelések számának a maximuma 55. Amennyiben a megfigyelések számát ≥ 0 -ban korlátozzuk, értelem szerűen mind az 1504 változó kielégíti a feltételt, azonban a megfigyelések számának növelésével a feltételt kielégítő változók száma gyorsan csökken. Az, hogy hány darab megfigyelést választunk meg feltételnek elsősorban a modell érzékenységet befolyásolja, ezért a kiválasztáshoz szükséges feltétel iterációval került meghatározásra, melynek eredményeként 137 darab olyan változó került kiválasztásra, amelyre teljesül, hogy a megfigyelések (éves adat) száma ≥ 46 . A kiválasztott változókat az *1. számú melléklet 16. táblázat* tartalmazza.

Az értekezés további állapotter modellel foglalkozó fejezetrészeiben a kiválasztott 137 változón keresztül kerülnek bemutatásra az eredmények. A **12. ábra** a kiválasztott változók közötti korrelációt mutatja be páronként. Így összesen 18 769 korrelációs együtthatóra mutat be értéket. A **12. ábra** zöld színnel vannak jelölve azok a változók, amelyek korrelálatlanok, vagy gyengén korrelálnak. Sárga színnel vannak jelölve azok a változók, amelyek között erős pozitív korreláció van és kék színnel, amelyek között erős negatív korreláció tapasztalható.

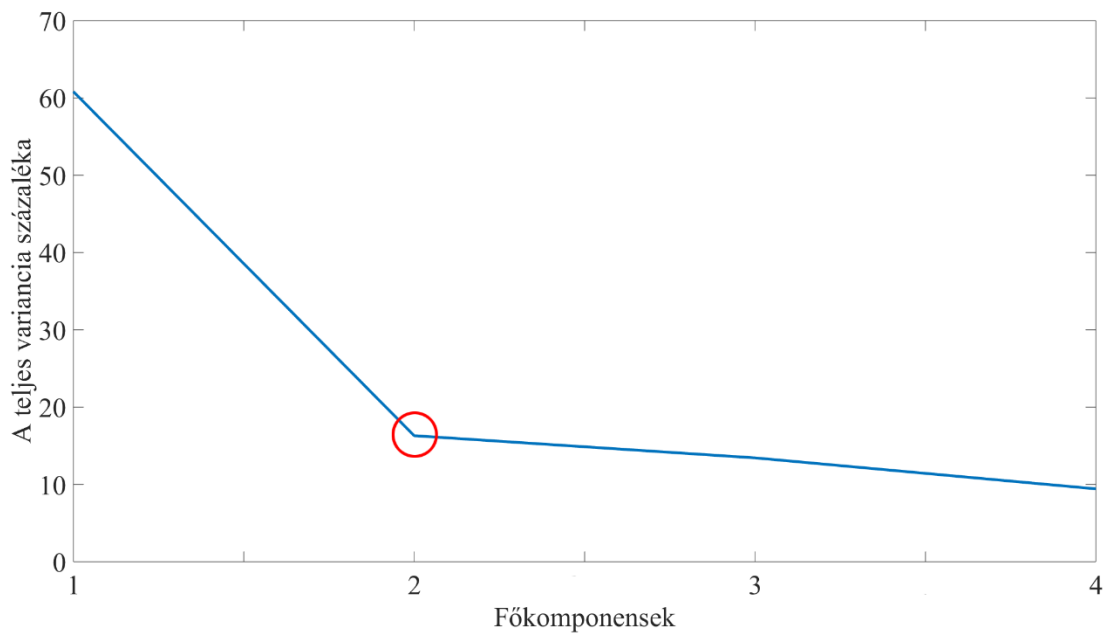


12. ábra: A KEM változóinak korrelációja

A **12. ábra** jól látható, hogy a KEM modellhez kiválasztott változók többsége pozitív vagy negatív korrelációban áll egymással, a korrelálatlan változók száma a teljes rendszer összefüggéseinek számához képest alacsony. A **12. ábra** mellékátlójában szereplő konstans 1.00 korrelációs együtthatók (világossárga szín) az adott változó önmagával történő összehasonlítását mutatják be.

A főkomponens elemzés során tehát a vonásvektor kialakításával választjuk meg, hogy hány darab főkomponenssel írjuk le az adathalmazt. A főkomponensek közül az első felel a teljes variancia legnagyobb hányadáért, a többi pedig csökkenő variancia szerinti sorban következik, melyek elméleti maximuma az alapadat tömb dimenziójával azonos. A MATLAB PCA toolbox-ában lehetőség van visszakérni a főkomponens együtthatókat (coeff), a komponensekre vonatkozó megfigyeléseket (score), a főkomponensek varianciáját (latent), a Hotelling-féle T^2 statisztikát (tsquared) és azt, hogy az adott főkomponens a teljes variancia hány százalékát magyarázza (explained) [68].

Az „explained” parancs segítségével megvizsgálhatjuk, hogy az adott főkomponens a teljes variancia hány százalékáért felelős, amelyet ábrázolva a főkomponens elemzés interpretációjához széleskörben alkalmazott „kőomlás” (scree plot) ábrát kapjuk (**13. ábra**).



13. ábra: "kőömlás" ábra a Világbank változóinak elemzésére

A **13. ábra** a Világbank adataira készített főkomponens elemzés által megtartott teljes varianciát vizsgálhatjuk. Az ábra x tengelyén a főkomponensek sorszáma, az y tengelyen pedig az adott főkomponenshez tartozó variancia látható a teljes variancia százalékában kifejezve.

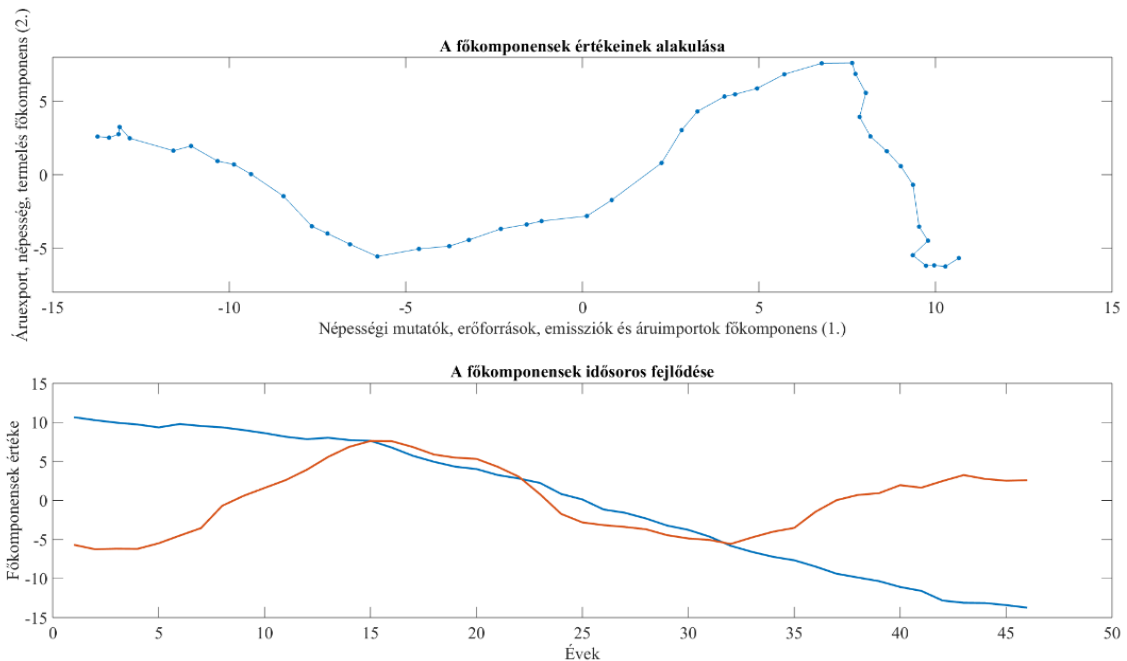
Az adott elemzéshez szükséges főkomponensek számát általában a kőömlás ábra segítségével határozzák meg. A legtöbb esetben a teljes variancia szerint csökkenő sorrendben feltüntetett főkomponensenkénti varianciák százalékban kifejezett értékeit összekötő vonal „töréspontjánál” – ahol az elsőrendű deriváltak értékében jelentős változás található – lévő főkomponens szám kerül alkalmazásra (**13. ábra** piros körrel jelölt rész). Ez ebben az esetben azt jelenti, hogy az első két főkomponens együttesen lefedi az eredeti adathalmaz varianciájának $\sim 78\%$ -át. A kőömlás ábra önmagában csak az eredeti adathalmaz varianciájának megmaradó részéről szolgáltat információt, azaz az információvesztés mérésére szolgál [69], azonban az új származtatott adathalmaz változásának pontosságát nem jellemezi, ezért a KEM modell főkomponens elemzése során a szükséges főkomponensek számát a kőömlás ábra figyelembevétele mellett iterációval végeztem el. Megfigyeltem, hogy az 1, 2, 3 és 4 főkomponens segítségével származtatott új adatok hogyan követik az eredeti adatok mintázatát, amely szorosan összefügg a dimenziócsökkentett modell pontosságával.

A KEM algoritmus folyamatvázának (**9. ábra**) bal oldali főkomponens elemzés visszacsatolási ága a modell univerzális alkalmazhatóságának céljából került beépítésre. Fontos kiemelni, hogy kevés számú változó esetében, ahol a megfigyelések száma kellően nagy (sokkal nagyobb, mint a változók száma) a jövőbeli állapot becslését az alapadatok mintázata alapján is el lehet végezni, azonban a környezetelemzés tárgykörébe tartozó vizsgálatok során általában ez a feltétel nem teljesül, ezért a rendszer viselkedését a csökkentett dimenziójú térben a főkomponensek időbeli változásának segítségével írjuk le.

Ebben az esetben a rendszer dinamikája azonos lesz a főkomponensek dinamikájával, ami azt jelenti, hogy a főkomponensek időbeli változása alapján kerül azonosításra a modell, a szimulációt a csökkentett dimenzióban végezzük el, majd az eredményeket transzformáljuk vissza az eredeti dimenzióba.

Az előzőkből következik, hogy ahhoz, hogy a modell eredményei megbízhatóak legyenek a főkomponensek időbeli alakulását is kellő pontossággal kell a modellnek megbecsülni, mivel az e művelet során létrejövő azonosítási hiba a visszatranszformálást követően implicit megjelenik az ex-ante elemzés eredményeiben.

A főkomponensek dinamikáját vizsgálhatjuk a főkomponensek irányához mért relatív elhelyezkedés alapján, melyet két főkomponens esetében a **14. ábra** felső diagramja mutat be. A relatív elhelyezkedés ábrázolása három főkomponens esetén még értelmezhető, azonban magasabb dimenzióban a vizuális bemutatás az áttekinthetőség jelentős csökkenése miatt más eszközt igényel. A rendszer dinamikájának bemutatására a másik lehetőség, amikor a főkomponenseket külön-külön ábrázoljuk az idő függvényében (**14. ábra** alsó diagram), ebben a megközelítésben elméletileg a magasabb dimenziójú (több főkomponens) esetek is szemléltethetők.

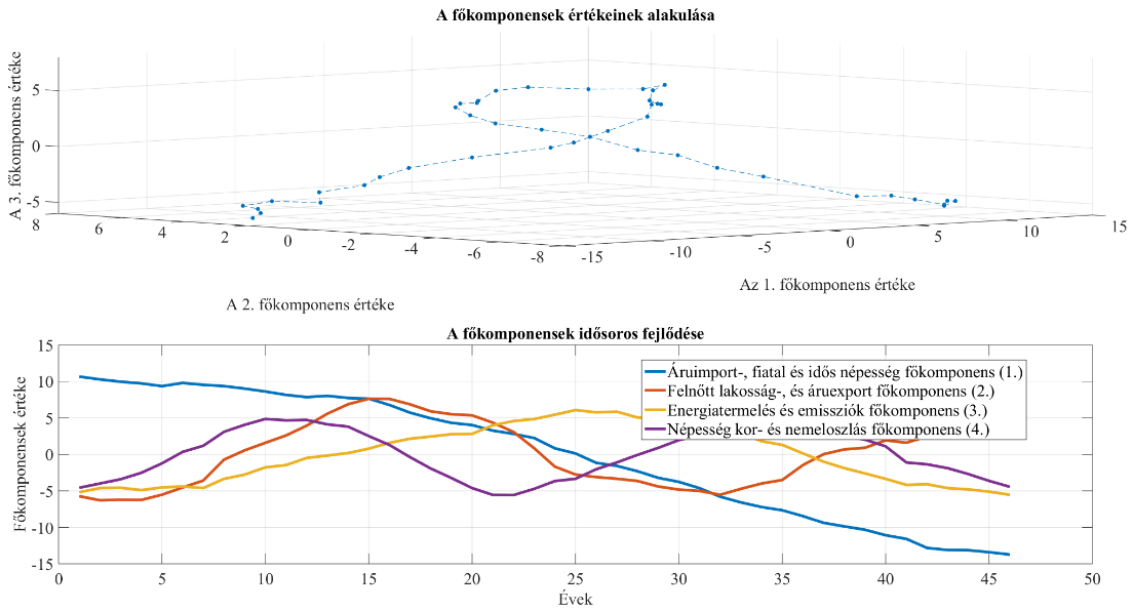


14. ábra: A KEM modell dinamikájának trajektóriái két főkomponens esetén

A **14. ábra** látható, hogy a két főkomponenssel leírt komplex környezetelemzési rendszer (KER) dinamikája hogyan változik az idő függvényében, valamint az, hogy az adott főkomponenshez tartozó változók hogyan alakulnak a másik főkomponens változásához képest. Hangsúlyozni kell, hogy a főkomponensek idősoros fejlődésének megértése a KEM modell változóinak alakulásának leírásához nélkülözhetetlen, mivel a különböző komplex elemzések nem aggregált azonos dimenziójú eredményeinek összehasonlítása is komplex feladat, ezért célszerű az elemzéseket a rendszer egyszerűsített dinamikáján – a főkomponenseken – keresztül összehasonlítani és a következtetéseket ezek alapján levonni.

Például két különböző földrajzi régió komplex környezetelemzésének összehasonlítása a rendelkezésre álló adatokra illesztett PCA modellek trajektóriáinak összevetésével végezhető el.

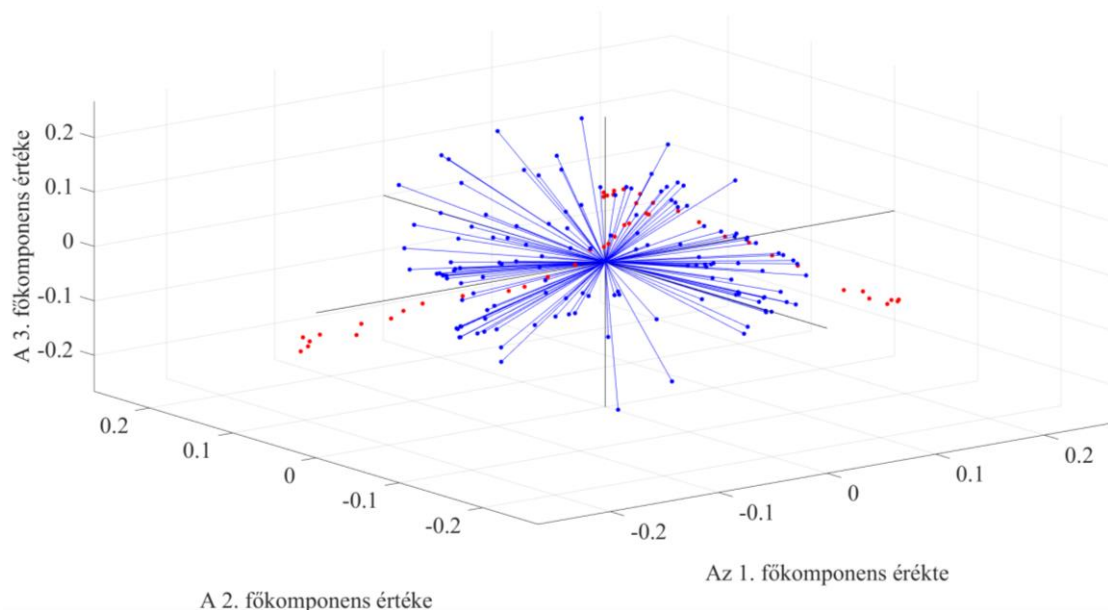
A KER négy főkomponenssel történő leírása a **15. ábra** látható. A főkomponensek értékeinek egymáshoz viszonyított relatív alakulását az ábra felső diagramja mutatja be a háromdimenziós térben, míg a főkomponensek idősoros fejlődése a **15. ábra** alsó diagramján látható.



15. ábra: A KEM modell dinamikájának trajektóriái négy főkomponens esetén

A **15. ábra** alsó diagramján látható idősoros fejlődésnél ki kell emelni, hogy ebben az esetben az első két főkomponens ugyan az, mint a két főkomponenses adatredukció esetében, azaz a rendszer dinamikáját leíró trajektóriák nem kerültek lecserélésre, csupán bővítésre. Visszautalva a teljes kumulált megmaradó varianciára, a **13. ábra** látható, hogy négy főkomponenssel a teljes variancia ~99 százaléka megtartható, ezért a főkomponensek számának további növelése nem szükséges.

A főkomponens elemzés tulajdonképpen az adatok egy olyan új koordináta rendszerbe történő transzformációja, amelynek során az adatok variancia szerinti projekciói a főkomponensek sorszámának megfelelő koordinátán helyezkednek el. Felfogható úgy is, hogy egy n dimenziós ellipszoidot illesztünk úgy az adatokra, hogy az ellipszoid tengelyei a főkomponensek számával legyenek egyenlők. Ehhez az adatokat az új koordináta rendszer középpontjához (origóhoz) kell igazítani, amelyet a változónkénti átlag kivonásával érhetünk el. A kovariancia mátrix, a sajátértékek és a sajátvektorok kiszámításával az n dimenziós ellipszoid tengelyeit tesszük merőlegessé. A koordináta projekció szerinti megközelítés (amely teljesen egyenértékű a fent ismertetett lépésekkel) grafikusán a **16. ábra** látható. A kék színnel jelölt pontok és vektorok a transzformált adatokat szemléltetik, míg piros színnel a főkomponensek alakulását lehet látni.



16. ábra: Az adatok origó köré ortonormált projekciói

A fenti bemutatás alapján a KEM modell dimenziócsökkentési visszacsatolási ága által okozott információvesztés a teljes variációban bekövetkező csökkenéssel jellemezhető, azonban az eredeti adatok csökkentett dimenzióba történő leképezése utáni állapotáról ez az elemzés nem ad tájékoztatást. Az új adathalmaz származtatása a főkomponensek együtthatóinak transzponáltja és a hozzájuk tartozó megfigyelések szorzásával történik, melyet formálisan a *Hiba! A hivatkozási forrás nem található. egyenlet* mutat be.

$$U_n = S_{PCA} \cdot C_{PCA}^T$$

8. egyenlet: Az új adatok származtatása

Ahol:

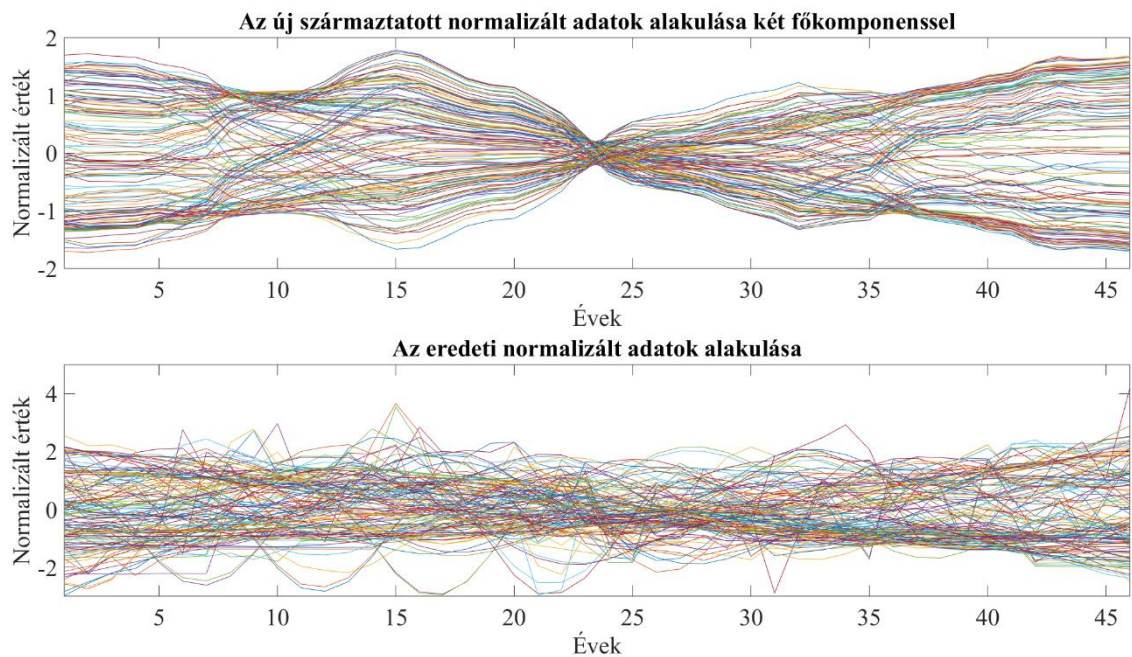
U_n – az új származtatott adatokat tartalmazó mátrix

S_{PCA} – a főkomponensek megfigyeléseit tartalmazó mátrix

C_{PCA} – a főkomponensek együtthatóit tartalmazó mátrix

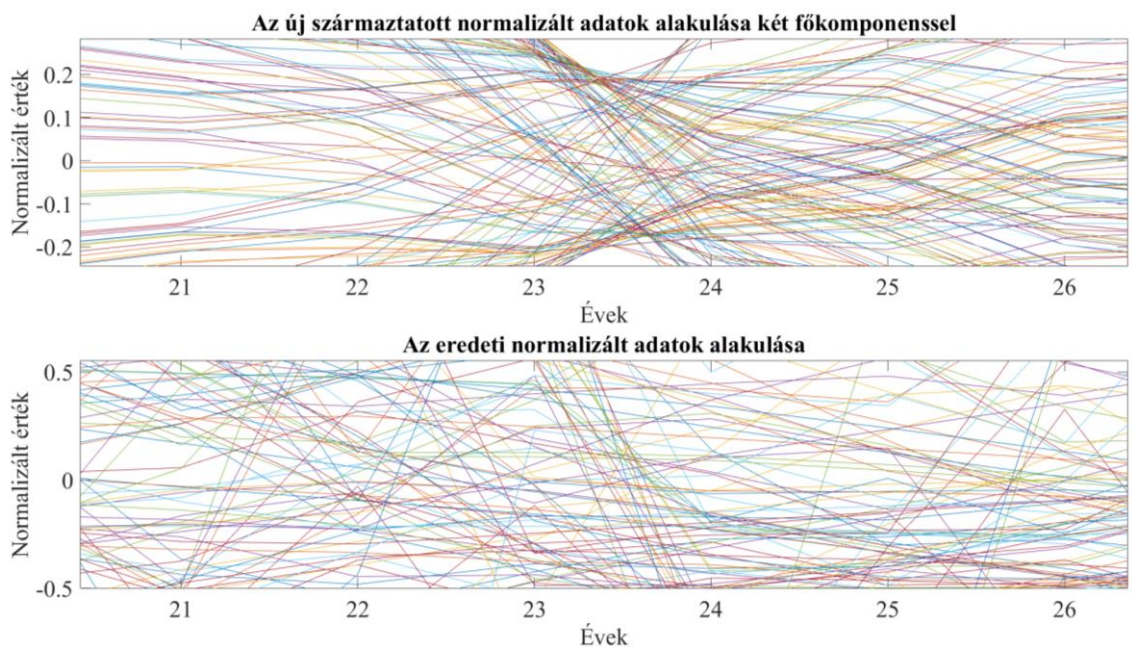
A **8. egyenletben** négy darab főkomponensre egyenként 46 darab megfigyelés érhető el, és egyenként 137 darab együttható, azért az együtthatókat tartalmazó mátrixot a szorzási művelet előtt transzponálni kell a lineáris algebra szabályai szerint, valamint ebből következik, hogy az új származtatott adatokat tartalmazó „ U_n ” mátrix mérete azonos az eredeti adatokat tartalmazó „ X_{cn} ” normalizált mátrixszal.

A **8. egyenlet** szerint származtatott új normalizált adatkészletet (U_n) két főkomponens esetében a **17. ábra** felső diagramján látható. Az eredeti normalizált adatkészlet (X_{cn}) a **17. ábra** alsó diagramján szerepel.



17. ábra: A származtatott és az eredeti normalizált adatok összehasonlítása két főkomponens esetében

A **17. ábra** látható, hogy az új származtatott adatok az eredeti adathalmazhoz képest kisebb változékonyságot mutatnak az idő függvényében. Tehát a két darab főkomponens (dinamika: **14. ábra**) a változók időbeli alakulása során jelentkező változások frekvenciáját és amplitúdóját is csökkenti, az adatok relatív konvergenciáját növeli, azaz a rendszer változását jelentős egyszerűsítéssel írja le.

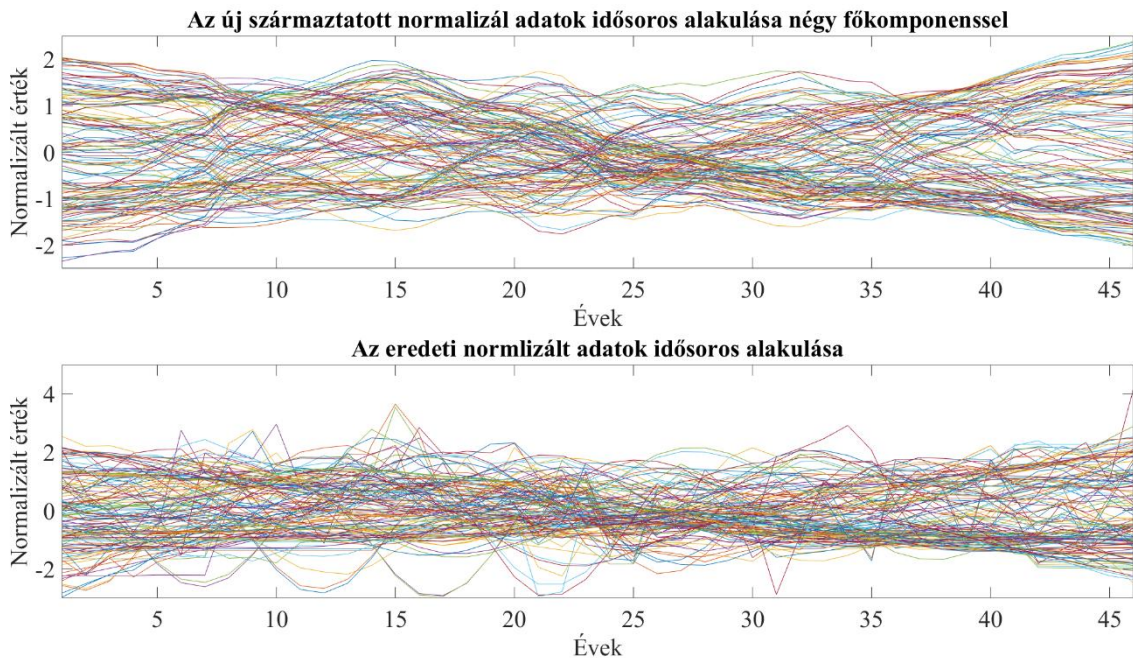


18. ábra: A származtatott és az eredeti normalizált adatok összehasonlítása két főkomponens esetében – Kinagyított részlet

A dinamika egyszerűsítése leginkább a 23. és 24. év közötti szakaszban látható az ábrán, ahol az új származtatott adatok egy kisebb intervallumra szűkülnek össze. Az ilyen jellegű változás ilyen élesen az eredeti adatokban nem tapasztalható. A jobb láthatóság érdekében a **17. ábra** említett része kinagyítva egyéb változtatás nélkül látható a **18. ábra**.

A **18. ábra** látható, hogy a „sűrűsödés” (mint egységnyi területre eső metszéspontok száma) az eredeti adathalmaz mintájában is megtalálható, valamint a változók idősoros fejlődésében két főkomponens által történő egyszerűsítés is jobban megfigyelhető. A rendszer egészének idősoros fejlődése két főkomponens esetében trend szinten és hosszabb időtávon még vizsgálható lenne, viszont az elemzés pontossága és megbízhatósága elmarad a várttól. A két főkomponenssel történő adatszámítás ugyan a teljes variancia ~78%-át leírja, amely az adatok mintázatában az elvesztett ~22% információhoz képest nagyobb torzítást eredményez, ezért nem elégséges csupán a kőomlás ábra (**13. ábra**) alapján kialakítani a vonásvektort. Az adatok denormalizálásának ennél az elemzésénél nincs értelme, mivel a több nagyságrendnyi eltérés miatt a tendenciák nehezen lennének nyomon követhetők, a denormalizált formában történő bemutatáshoz nagyságrend szerint szeparálni kellene az adatokat, azonban az értékelésnek nem célja, hogy minden változót és azok alakulását egyenként értékelje, csupán a rendszer viselkedésének leírása, mint a környezetelemzés módszertani fejlesztésének implementálása.

Amennyiben a főkomponensek számát négyre emeljük, a teljes variancia ~99 %-a képeződik le az új adatokban. A **19. ábra** felső diagramján az új származtatott normalizált adatok idősoros fejlődése látható, míg az alsó diagramon az eredeti normalizált adatok alakulása.



19. ábra: A származtatott és az eredeti normalizált adatok összehasonlítása négy főkomponens esetében

A **19. ábra** látható, hogy a négy főkomponens trakejtóriái szerint származtatott új adatsor sokkal jobban követi az eredeti adatok időbeli alakulását, mint a **18. ábra** szerinti két főkomponenses projekció.

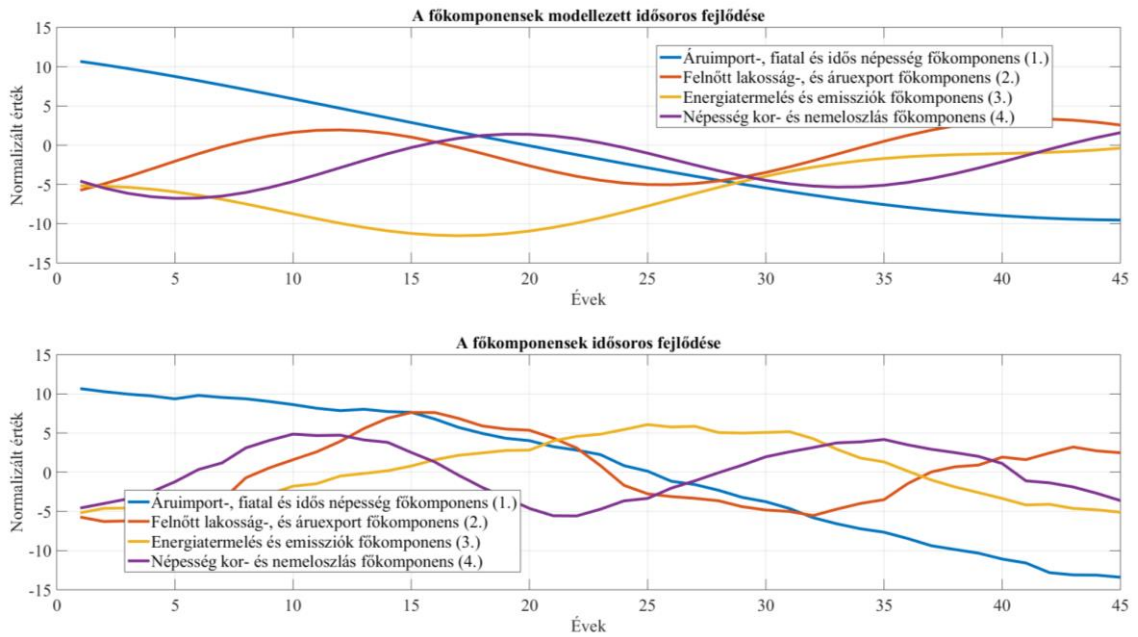
A környezetelemzés tárgykörébe tartozó ex-ante predikcióknak nem célja az adott változó/indikátor jövőbeli értékének pontos leírása, sokkal inkább a változás irányának és sebességének (elsőrendű deriváltjának) előrejelzése a jövőbeli nemzeti/regionális/szubregionális (járási) környezeti politikák, programok és tervek (PPP) megalapozása céljából. Hozzáteendő, hogy például egy szennyezőanyagtranszport modellezésnél elvárt pontosság a környezetelemzés esetében a rendszer állapotának megfigyelésében rejlő bizonytalanságok és mérési (adatgyűjtési) hibák nagysága miatt nem is lenne kivitelezhető. A környezeti hatásvizsgálat tárgykörébe tartozó elemzések – egy adott beruházás/beruházási alternatívák során jelentkező környezeti hatások felmérése – a környezetelemzési döntéshozatali támogató eszközöknél nagyobb pontosságot igényel(het)nek, azonban a problémátér [27] geometriai kiterjedése és dimenziója is jóval elmarad a regionális tervezés léptékétől.

A **9. ábra** szerinti következő lépés a modellel történő szimuláció. A KEM modell újszerű megközelítése, hogy a kiindulási (elemezni kívánt) adathalmaz dimenzióját redukálja főkomponens elemzés alkalmazásával, majd a predikciót a redukált térben végzi el és az eredményeket transzformálja vissza az eredeti dimenzióba. Ez azt jelenti, hogy az állapotter modell konverziós mátrixját a főkomponensek változasmátrixának felhasználásával identifikáljuk.

Ahhoz, hogy a modell eredményeit megfelelően tudjuk értelmezni fontos feltétel, hogy a modell a főkomponensek időbeli alakulását is megfelelő (elfogadható) pontossággal tudja előre jelezni. A négy főkomponensre végzett predikció eredményeit a **20. ábra** mutatja be. Az ábra felső diagramján a KEM modell szimulációs eredményei láthatóak, míg az alsó diagram a főkomponensek eredeti időbeli változását mutatja be.

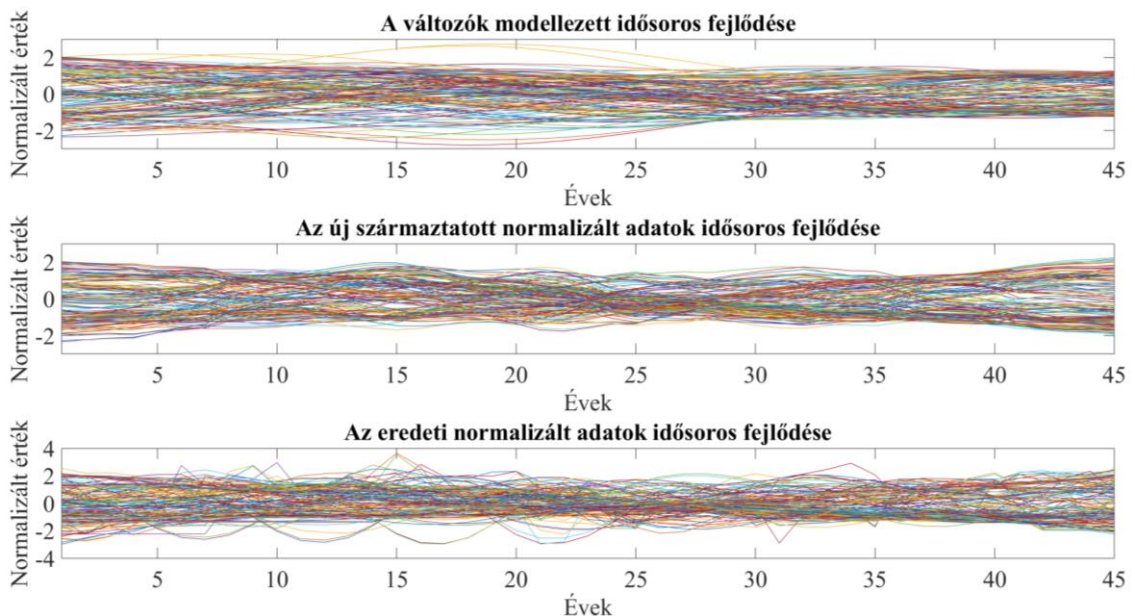
A főkomponens elemzés során a főkomponensek az alapváltozók lineáris kombinációjaként állíthatók elő, így mind a 137 felhasznált változó valamekkora részben hozzátartozik mind a négy főkomponenshez. A komponensenkénti variancia alapján azonban klaszterezhetők a változók, aszerint, hogy melyik főkomponenshez tartoznak leginkább [119]. A főkomponensekhez történő részletes hozzárendeléseket az **1. számú mellékletben** található **16. táblázat** tartalmazza, míg a főkomponensekhez rendelt változók számának megoszlását az **1. számú melléklet 59. ábra** mutatja be.

A **20. ábra** a négy főkomponens megnevezésre került aszerint, hogy milyen változókat tartalmaz leginkább. Megvizsgálva a modell szimulációs eredményeit a négy főkomponensre, a **20. ábra** alapján az alábbi következtetések vonhatók le. Az 1. és 2. főkomponens esetében, amelyek a **13. ábra** szerint a teljes variancia ~78 százalékát adják a modell szimulációs eredményei jól követik a főkomponensek eredeti idősoros változását. A 3. és 4. főkomponens – amelyek együttesen a teljes variancia ~21 százalékát adják – esetében a szimuláció eredményei sokkal nagyobb hibát tartalmaznak. Amennyiben a szimuláció eredményében lévő hibát az elemzést végző személy elfogadható szintűnek ítéli meg, úgy a predikciót a KEM változókra is el lehet végezni.



20. ábra: A főkomponensek idősoros fejlődésének modellezett eredménye

Fontos kiemelni, hogy az állapotter modellek akkor alkalmazhatók megfelelő megbízhatósággal, ha a megfigyelések száma sokkal nagyobb, mint az állapotváltozóké. A főkomponens elemzéssel történő dimenziócsökkentés segíti a modell identifikálhatóságát, azonban az alapadatok dimenziója még ebben az esetben is túl nagy a pontos szimuláció végzéséhez. Mindemellett az is igaz, hogy a környezetelemzés operacionalizálása során – amely alatt gyakorlatilag az SKV algoritmizálását értjük – a PPP-k döntéshozatali támogatásához a trend szintű elemzések elegendőek ahhoz, hogy a fenntartható fejlődési célok teljesülését intenzifikálják.



21. ábra: A KEM modell szimulációs eredményei

A **15. ábra** szerinti eredeti négy főkomponens trajektóriájával végzett szimuláció eredményeit a **21. ábra** mutatja be. A **21. ábra** felső diagramja a dimenziócsökkentés utáni főkomponensek dinamikájával végzett szimulációs eredményeket mutatja be. A **21. ábra** középső diagramja az új származtatott adatokat, míg az alsó diagram az eredeti adatok időbeli változását szemlélteti.

A **21. ábra** látható modell eredmények alapján elmondható, hogy a KER alapösszefüggései teljes érzékenységükben nem vizsgálhatók, mivel a változások a csökkentett dimenziójú modell dinamikájának egyszerűsítése miatt nem jelennek meg az eredményekben, azonban a különböző változók tendenciái a teljes 45 éves (a 46 éves idősávból csak az első év adatait megtartva 45 évre végezzük a szimulációt) idősávon elemezhetők. A PPP-k tervezése során ennél hosszabb időtávú előrejelzésre általában nincs is szükség, ezért a modell eredményei a döntéshozatal támogatására felhasználhatók. A fenntartható fejlődési célok elérését célzó intézkedések integrálása a nemzeti/regionális/szubregionális környezeti politikák készítése során a környezetelemzés módszertani fejlesztésének segítségével úgy valósítható meg, hogy a különböző tervezett beruházások és településfejlesztések által az alapváltozóknál történő perturbációval korrigáljuk a modell adott változóit és a perturbált idősoros fejlődéssel is elvégezzük a szimulációt. A KEM modell egyik fő előnye, hogy a PPP-k tervezése során felmerülő lehetséges összes változót figyelembe veszi, valamint az, hogy az intézkedések megvalósításának hatásai összehasonlíthatók az intézkedések meghozatala nélküli jövőbeli állapottal ex-ante. A KEM modell tehát egy olyan döntéshozatali támogatóeszköz, amely különböző forgatókönyvek közül segíti a döntéshozót a környezeti-, gazdasági- és társadalmi szempontok együttes figyelembevételével kiválasztani az optimális beavatkozást, valamint nem csak a különböző alternatívák egymással történő többszemponturn (multikritériumos) összehasonlítását teszi lehetővé, hanem a beavatkozás nélküli (ún. normál idősoros fejlődés) állapothoz történő viszonyítást is, amelyet az többtényezős döntéstámogató (multi criteria decision making, MCDM) eszközök általában nem képesek értelmezni.

A rendszert leíró teljes dinamika – mint a modellezés eredménye – bemutatása (**21. ábra**) után annak érdekében, hogy a modell pontosságát számszerűen meg lehessen ítélni a 137 darab kiválasztott változó eredeti alakulásának és a modell szerinti predikciójának összehasonlítására jellemző példák kerülnek bemutatásra. Fontos kiemelni, hogy a jelen doktori értekezésnek nem célja az összes változó szerint végzett komplex ex-ante becslések és forgatókönyvek készítése, hanem egy olyan átfogó döntéshozatali támogatóeszköz módszerfejlesztését mutatja be, ami a PPP-k készítését végző szakemberek számára szolgáltat olyan új információkat, melyek a fenntartható fejlődési célok elérésének intenzifikálását, mint célfüggvény teljesülését szolgálják.

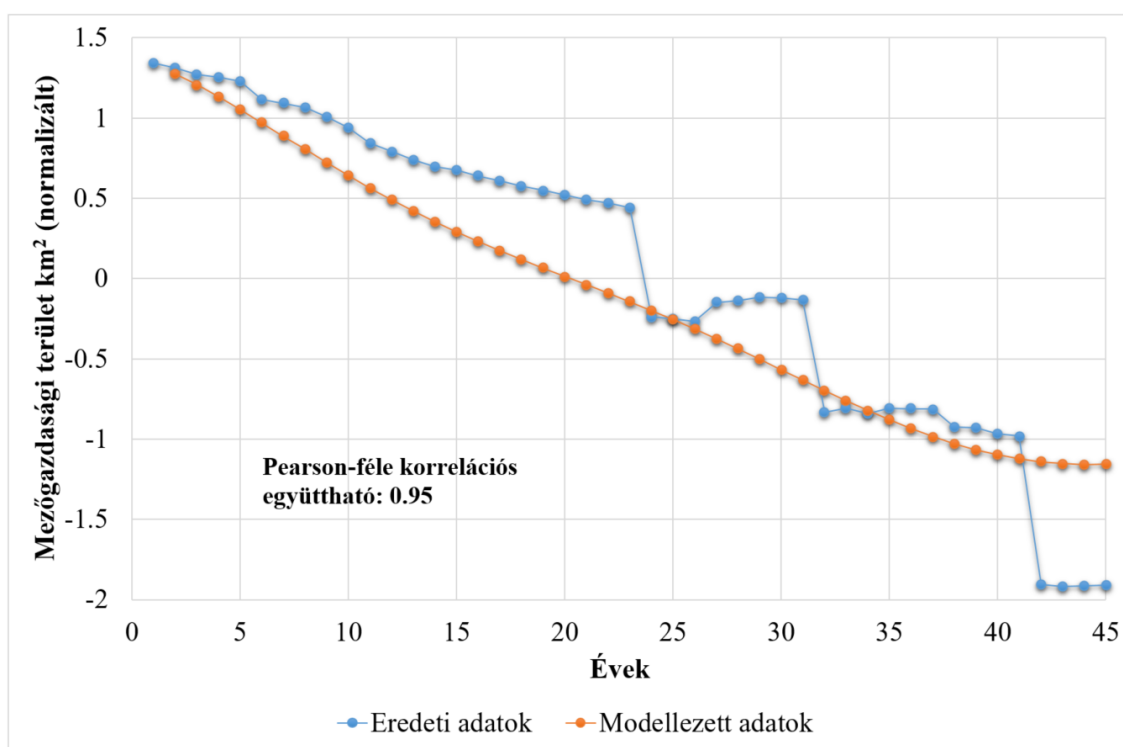
Az eredeti és modellezett változás hasonlóságának leírását a Pearson-féle korrelációs együtthatóval jellemezhetjük, amely alapján két változó között a kapcsolat a korrelációs együttható értéke alapján az **5. táblázat** található szempontok szerint osztályozható [70].

A KEM modell előre jelzésének „jósági fokát” a hivatkozott irodalom szerinti szempontrendszer alapján értékelem.

5. táblázat: A Pearson-féle korrelációs együttható és a változók közötti kapcsolat erőssége

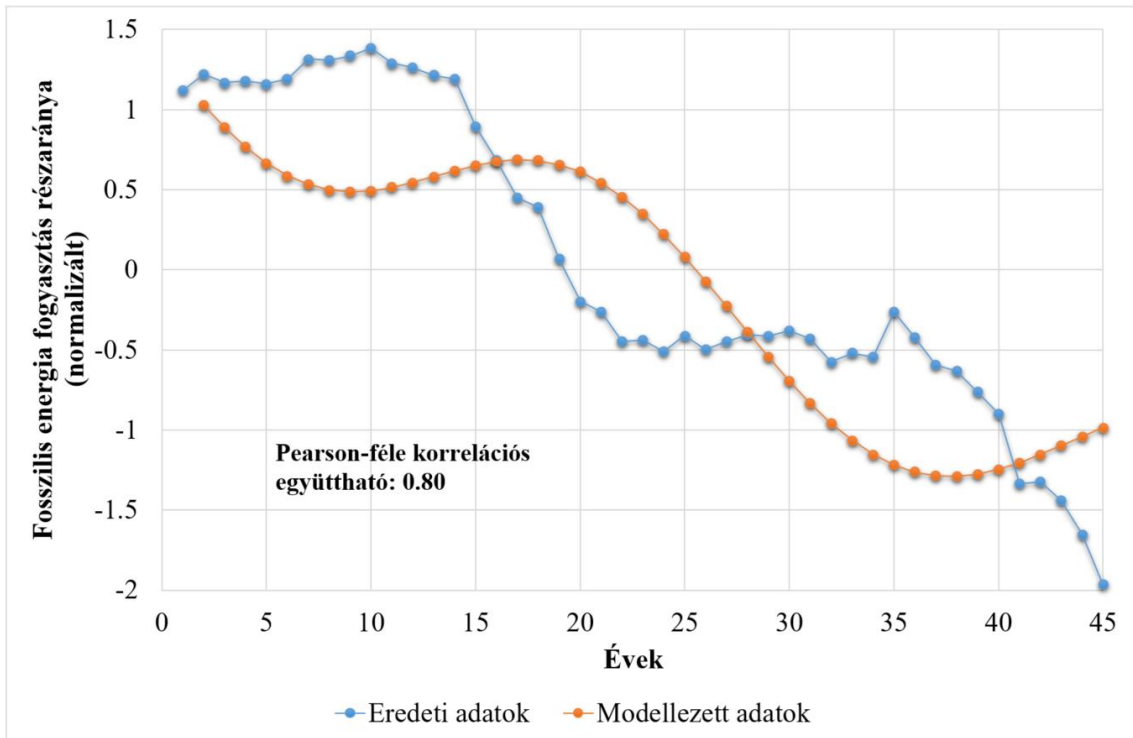
Pearson-féle korrelációs együttható értéke	Változók közötti kapcsolat
0.90 – 1.00	Rendkívül szoros
0.75 – 0.90	Szoros
0.50 – 0.75	Érzékelhető
0.25 – 0.50	Laza
0.00 – 0.25	Nincs kapcsolat

A mezőgazdasági terület négyzetkilóméterben kifejezett értékének változását a magyarországi elérhető adatok és a KEM modell előrejelzése alapján a **22. ábra** mutatja be. Az eredeti és modellezett változás Pearson-féle korrelációs együtthatója ebben az esetben 0.95, azaz a modell eredménye és az eredeti alakulás között **rendkívül szoros kapcsolat** van.

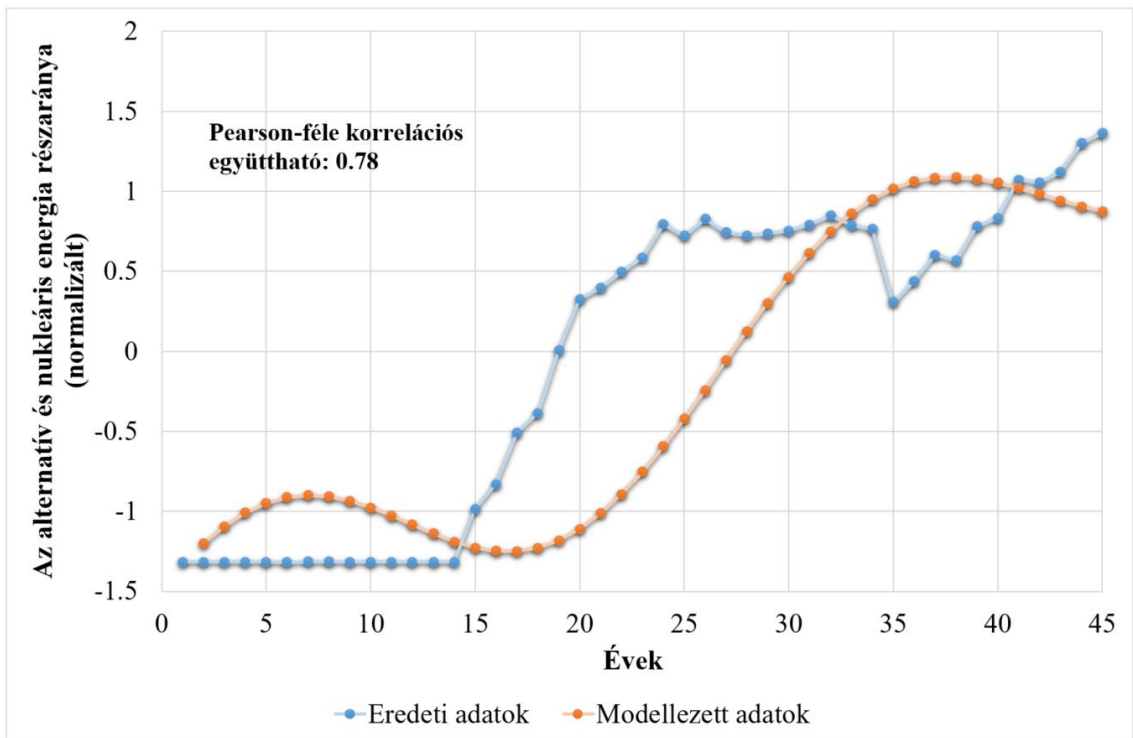


22. ábra: A mezőgazdasági terület változás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása

A fosszilis energiafogyasztás százalékban kifejezett részarányát a teljes fogyasztáshoz viszonyítva a 45 éves időtávra a **23. ábra** mutatja be. A magyarországi eredeti adatok és a KEM modell eredményei között a Pearson-féle korrelációs együttható értéke 0.80, amely alapján megállapítható, hogy a két adatsor **szoros kapcsolatban** áll egymással.



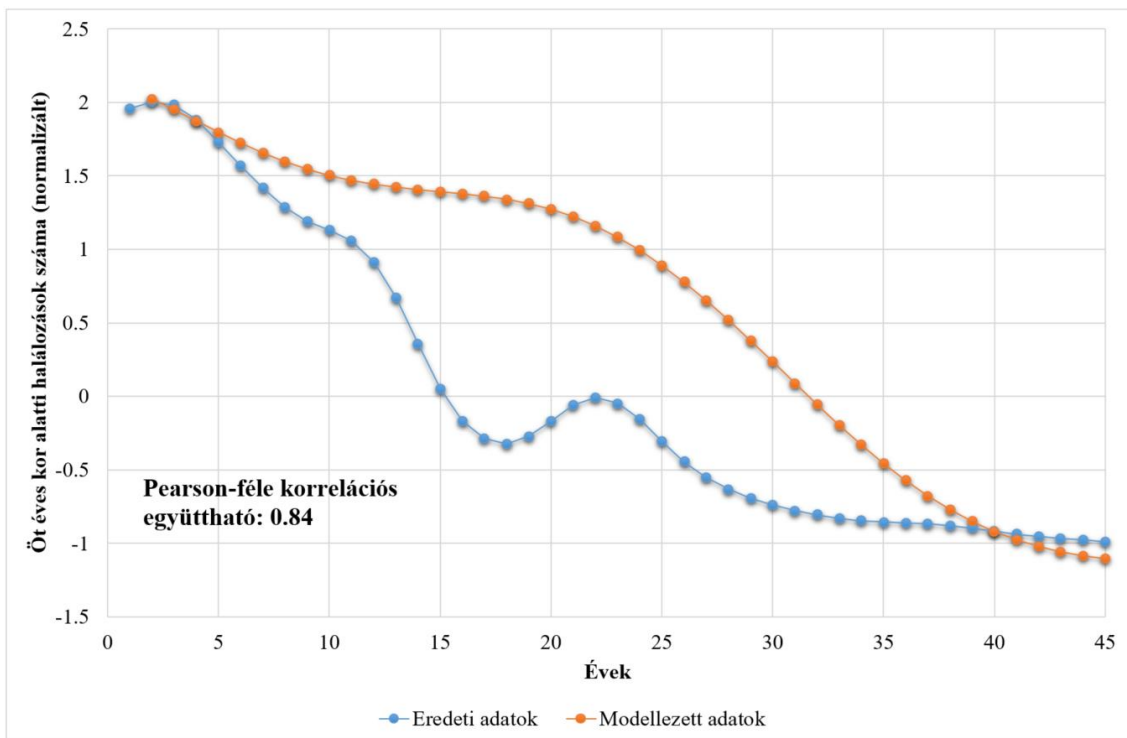
23. ábra: A fosszilis energiafogyasztás részarány változás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása



24. ábra: Az alternatív és nukleáris energia részarány változás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása

A magyarországi alternatív és nukleáris energia termelésének részesedése a teljes energiatermelés százalékában a **24. ábra** látható. A KEM modell előrejelzése és az eredeti adatok között a korrelációs együttható értéke 0.78, amely alapján a két adatsor között **szoros kapcsolat** van.

A KEM modellben (és a fenntartható fejlődési célok között is) fontos, hogy a társadalmi mutatók is reprezentálva legyenek, ezért az ötéves kor alatti halálozások számára végzett modellezési eredmények és a magyarországi eredeti adatok közötti diszkrepancia jellemzését választottam utolsó példának, amely a **25. ábra** látható. A két adatsorra számított Pearson-féle korrelációs együttható értéke 0.84, amely **szoros kapcsolatot** jelent a két változó között.



25. ábra: Az ötéves kor alatti halálozás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása

Fontos kiemelni, hogy a KEM modell alkalmazásba vétele – a PPP-k stratégiai tervezése, mint gyakorlati SKV készítés - során a környezeti politikát, tervet, programot készítő szakemberek feladata, hogy az adott változóra történő modellpredikciót (amely az ex-ante elemzést jelenti) elfogadja-e vagy sem. Az értekezésben fejlesztett és bemutatott módszertan egy olyan információforrás, amely segít megérteni a komplex rendszer összefüggéseit és lehetővé teszi a nemzeti/regionális/szubregionális stratégiai tervezések során a környezeti-, gazdasági- és társadalmi tényezők közép- illetve hosszútávú tervezését.

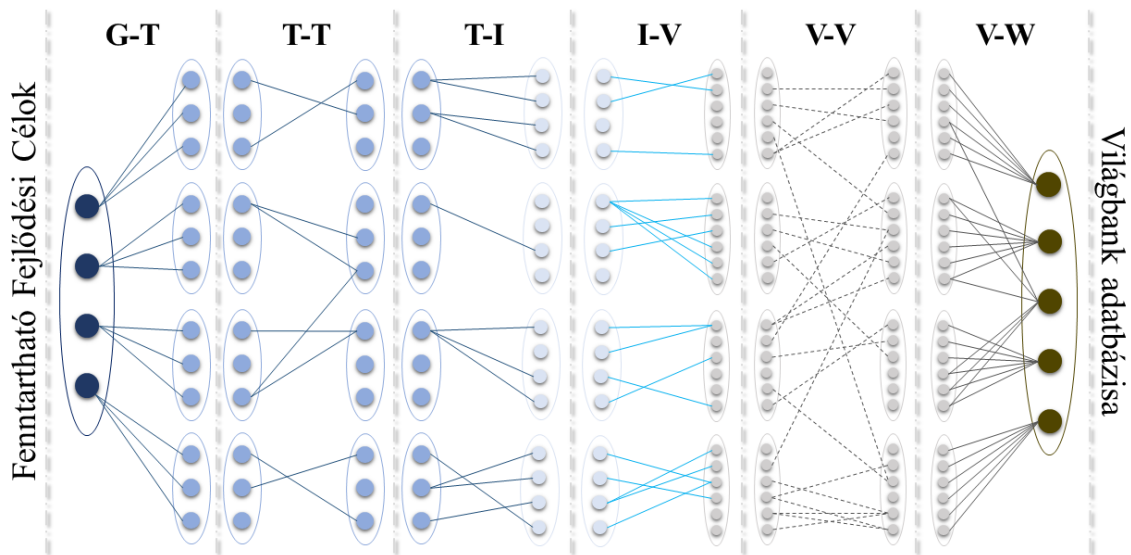
A KEM modell bemutatott módszertani fejlesztése és annak eredményei alapján az első számú tézist „A stratégiai környezeti vizsgálat algoritmizálása, azaz a nagy komplexitású (sokváltozós) rendszerek környezeti-, gazdasági- és társadalmi szempontú integrált modellezése során az állapotter modellt pontossága főkomponens elemzés segítségével – a csökkentett dimenziójú adatok dinamikája alapján – javítható.” ***igazoltnak tekintem, mivel a modell előrejelzése és az eredeti magyarországi adatsorok között a korreláció értéke minden esetben szoros, vagy rendkívül szoros egyezést mutat.***

6. A fenntartható fejlődési célok és a stratégiai környezeti vizsgálat összekapcsolása

Az **5. fejezetben** bemutatott módszertani fejlesztés (KEM modell) célja, hogy a nagy kiterjedésű területet lefedő környezeti/fenntarthatósági stratégiaalkotás során a különböző beavatkozások (PPP-k) komplex hatásait ex-ante elemezze. Annak érdekében azonban, hogy a modellezés eredményei a gyakorlatba átültethetők legyenek szükséges a változók közötti kapcsolatok jellemzése is, amely az SKV során jelentkező kérdések ok-okozati összefüggéseinek feltárását jelenti. A problémátér [27] kiterjedése az **5. fejezettel** azonos komplexitású, ezért a változók közötti kapcsolatok (az ok-okozati összefüggések) feltárása is legalább azonos bonyolultságú, sokváltozós feladat.

A **4.2 fejezet** a kapcsolatok értelmezésének megalapozása céljából került az értekezésbe, a módszertan megértéséhez szükséges legfontosabb ismeretek (a teljesség igénye nélkül) az adott fejezetben található.

Ahhoz, hogy a stratégiai környezeti vizsgálat algoritmizálásának eredményei (KEM modell) alkalmazásba vehetők legyenek, a modellezés változóit a **4.2 fejezetben** ismertetettek szerint össze kell kapcsolni a fenntartható fejlődési célokkal, mint az SKV kimeneti célfüggvényeivel. Az fenntartható fejlődési célok, alcélok és indikátorok felölről lefelé történő hierarchikus hozzárendelése az ENSZ tanulmányaiban [23, 24] definiálva vannak, az indikátorok és a változók közötti összekapcsolást pedig a közvetlen megfeleltetés szerint elvégeztem, így egy olyan többrétegű hálózatot (multilayer network) előállítva, amely alapján a KEM modell és annak eredményei jellemzik a fenntartható fejlődési célok teljesülését. A többrétegű hálózat sematikus megjelenítését a **26. ábra** mutatja be.



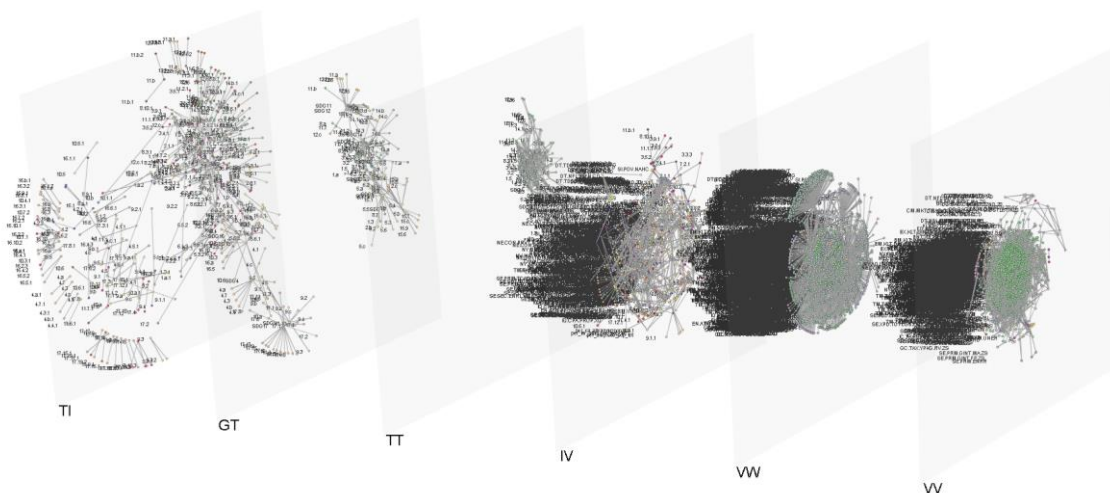
26. ábra: Az SKV SDG-kkel történő összekapcsolásának többrétegű hálózat alapú megközelítését bemutató sematikus ábra, célok (G), alcélok (T), indikátorok (I), változók (V), változó csoportok (W)

A **26. ábra** jobb oldalról (a Világbank adataitól kiindulva) látható, hogy hogyan juthatunk el a fenntartható fejlődési célokhoz. Első lépésként a Világbank változói közötti kapcsolatok kerültek elemzésre, a közöttük lévő korreláció alapján, majd a különböző változókat kapcsoltam össze az azonos tartalmú indikátorokkal.

Az indikátorok alcélokhöz történő hozzárendelése, valamint az alcélok célokhöz történő hozzárendelése adott, így a változókon keresztül közvetve a fenntartható fejlődési célok teljesülése is modellezhető.

A "T-T" jelű kapcsolati háló rétege azért került beillesztésre, mivel az általam végzett elemzés eredményeit a szakirodalmi alcél-alcél szintű vizsgálatokkal [28] is összevettem. Az International Council for Science tanulmányában 316 darab kapcsolatot határozott meg a fenntartható fejlődési alcélok között, amelyből 238 pozitív, 66 negatív és 12 neutrális jellegű. A vizsgálatot egy mínusz háromtól plusz háromig terjedő hatlépcsős skálázással végezték „trade-off” alapon [28]. A tanulmányban közvetlenül megtalálható minden olyan információ, amely alapján az elemzés hálózat formájában reprezentálható. Az ehhez szükséges információk, a csomópontok és az élek (honnan-hova). A tanulmányban az alcélok közötti kapcsolatokat a fenti skálázás szerint súlyozták [28], amely információ felhasználható a hálózat súlyozott formában történő leképezéséhez.

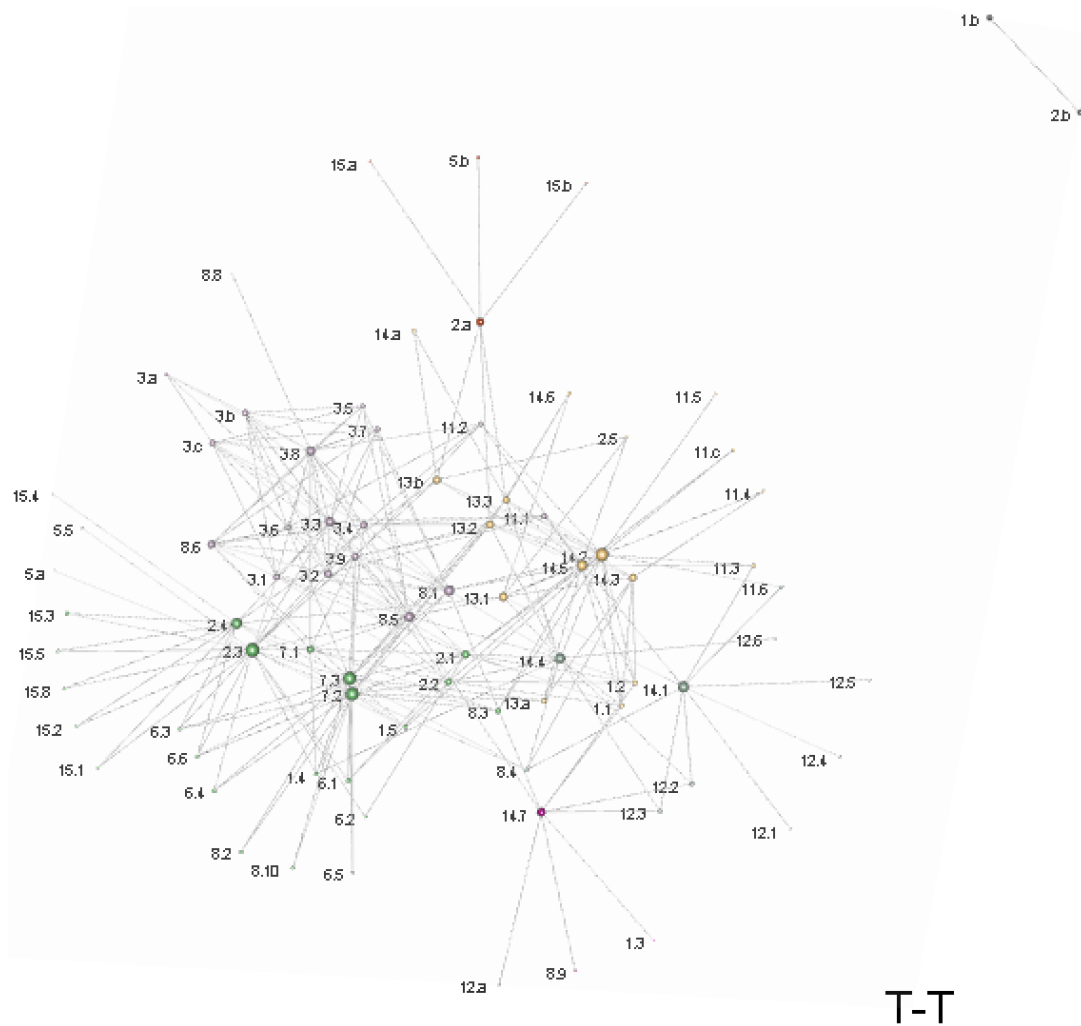
A **26. ábra** szerinti sematikus ábrázolás a valóságban egy nagyon komplex nagy adat alapú megközelítést egyszerűsít le. A stratégiai környezeti vizsgálat és a fenntartható fejlődési célok összekapcsolásának a komplexitását a **27. ábra** illusztrálja. A **27. ábrán** a változók alapján készített valós többretegű hálózat látható, amely magába foglalja az összes elemzési szintet és az összes modellezéshez szükséges információforrást.



27. ábra: Az SKV SDG-kkel történő összekapcsolásának valós elemű hálózata

Ebből következik, hogy az alcél-alcél szintű hálózat az ICSU tanulmánya alapján közvetlenül előállítható, amelyet a **28. ábra** mutat be. A hálózat csomópontjait a megfelelő alcél rövid elnevezésével jelöltem, valamint az ENSZ következetes terminológiájának köszönhetően az alcél elnevezéséből az azt tartalmazó célt is ki lehet olvasni. Például az ábrán zöld színnel látható 7.2 alcél a 7. SDG második alcélját jelenti, és így tovább.

A **28. ábra** látható hálózat esetében fontos kiemelni, hogy a szakértők a 2. (éhezés megszüntetése cél) 3. (egészség és jólét cél) 7. (megfizethető és tiszta energia cél) és 14. cél (óceánok és tengerek védelme) kapcsolatait elemezték részletesen, így a tanulmány célja nem az alcélok kapcsolatainak teljeskörű feltárása volt, hanem az e négy cél szinergiáinak bemutatása.



28. ábra: A fenntartható fejlődési alcélok hálózata az ISCU tanulmánya alapján

A **28. ábra** szereplő színek az általam végzett hálózatelemzés (közösségek azonosítása, community analysis) eredményeit szimbolizálják. Az eredeti tanulmány az alcélok klaszterezésével nem foglalkozik.

A közösségek meghatározásához a „Girvan-Newman community detection algorithm” algoritmust használtam fel [71], melynek valós komplex rendszerek esetében történő alkalmazhatóságát Fortunato is alátámasztotta [72].

Az alcélok szakértők által készített hálózatában négy közösséget azonosítottam, melyek a **6. táblázat** teljes körűen bemutatásra kerülnek. A **6. táblázat** tartalmazza a hálózat elemeinek PageRank értékeit is, ezáltal a különböző alcélok hálózatban betöltött szerepe (fontossága) is elemezhető.

A **28. ábra** látható hálózatban bordó színnel jelöltem az első azonosított közösséget, amely 15 alcélt tartalmaz. Elsősorban a 12. SDG (felelős fogyasztás és termelés) alcéljai szerepelnek benne, valamint a 14. vízzel kapcsolatos SDG is részben ide tartozik.

6. táblázat: A fenntartható fejlődési alcélok közösségei az ISCU tanulmánya alapján


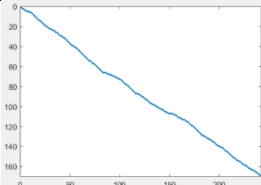
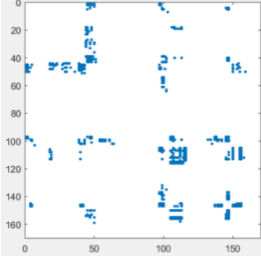
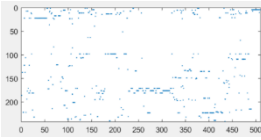
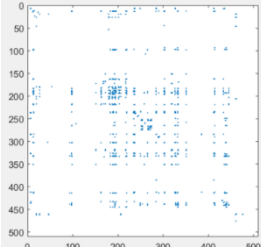
Azonosított közösségek	Az adott közösséghez tartozó alcélok, a hozzájuk tartozó PageRank értékekkel
1	1.3 (0.23), 8.4 (0.30), 8.9 (0.23), 11.3 (0.27), 11.6 (0.25), 12.1 (0.23), 12.2 (0.28), 12.3 (0.28), 12.4 (0.23), 12.5 (0.23), 12.6 (0.22), 12.a (0.23), 14.1 (0.74), 14.4 (0.58), 14.7 (0.65)
2	1.1 (0.33), 1.2 (0.33), 2.1 (0.44), 2.2 (0.41), 2.5 (0.26), 2.a (0.57), 5.b (0.24), 6.2 (0.25), 11.4 (0.24), 11.5 (0.22), 11.c (0.24), 13.1 (0.42), 13.2 (0.41), 13.3 (0.43), 13.a (0.28), 13.b (0.42), 14.2 (0.75), 14.3 (0.42), 14.5 (0.58), 14.6 (0.26), 14.a (0.25), 15.a (0.24), 15.b (0.24)
3	1.b (0.35), 2.b (0.35)
4	3.1 (0.35), 3.2 (0.40), 3.3 (0.46), 3.4 (0.39), 3.5 (0.30), 3.6 (0.32), 3.7 (0.31), 3.8 (0.53), 3.9 (0.39), 3.a (0.26), 3.b (0.36), 3.c (0.36), 8.1 (0.45), 8.5 (0.43), 8.6 (0.38), 8.8 (0.22), 11.1 (0.32), 11.2 (0.29)
5	1.4 (0.28), 1.5 (0.29), 2.3 (1.00), 2.4 (0.73), 5.5 (0.22), 5.a (0.22), 6.1 (0.28), 6.3 (0.27), 6.4 (0.25), 6.5 (0.23), 6.6 (0.27), 7.1 (0.37), 7.2 (0.75), 7.3 (0.76), 8.1 (0.23), 8.2 (0.23), 8.3 (0.28), 15.1 (0.24), 15.2 (0.24), 15.3 (0.24), 15.4 (0.22), 15.5 (0.24), 15.8 (0.24)

A második közösség az ábrán sárga színnel szerepel. Az óceánok és tengerek védelme cél (SDG14) további alcéljai ebben a közösségben helyezkednek el, valamint a 13. éghajlatváltozással foglalkozó SDG alcéljai is ebben a közösségben találhatóak. A szakértők által készített hálózatban az 1.b (a szegénység felszámolására irányuló fellépések gyorsabb befektetésének támogatására szolgáló szilárd politikai keretek) és 2.b (megfelelő világkereskedelmre vonatkozó korlátozások, melyek megakadályozzák a világ mezőgazdasági piacainak torzulását) alcélok „leszakadnak” a hálózat többi elemétől, így ez a két alcél egy teljesen önálló közösséget alkot. A negyedik azonosított közösség szürkés színű és az egészség & jólét összes alcélját magába foglalja. Ebbe a csoportba a 8. SDG (tisztességes munka és gazdasági növekedés) alcéljai azok, amelyek még erőteljesebben reprezentáltak. Az utolsó azonosított közösség zöld színnel került ábrázolásra és elsősorban a 6. (tisztá víz és alapvető köztisztaság) és 15. (szárazföldi ökoszisztémák védelme) SDG-k alcéljait fedi le.

A **6. táblázat** a közösségekhez tartozó alcélok felsorolásánál zárójelben fel van tüntetve az adott alcél hálózatban betöltött szerepét jellemző PageRank érték is. Megvizsgálva a szakértők által felírt kapcsolatok rendszerét megállapíthatjuk, hogy a 2.3 alcél (amely a mezőgazdasági termelékenységről szól) a legfontosabb elem. A PageRank szerinti sorban másodikként a 7.3 alcél következik, amely az energiahatékonyság erőteljes javulásával foglalkozik. Ennek az alcélnak jelentős számú kapcsolata (degree) van, összesen 46. A tengeri és partmenti ökoszisztémák védelme (14.2 alcél) szintén kulcsfontosságú a tanulmány alapján. A hálózat csomópontjai közül további jelentős „hajtóerők” (driving forces) még a megújuló energiák részarányának globális szinten történő növelése (7.2 alcél), valamint a tengerek szennyezésének megelőzése és csökkentése (14.1 alcél). A **28. ábra** bal oldalán elhelyezkedő alcélok, amelyek a 15. SDG-hez tartoznak (a szárazföldi ökoszisztémák fenntartható használatának védelme helyreállítása és előmozdítása, a fenntartható erdőgazdálkodás, az elsivatagosodás elleni küzdelem, a talajromlás és a biológiai sokféleség/biodiverzitás csökkenésének megállítása) kevésbé relevánsak a tanulmány szerint.

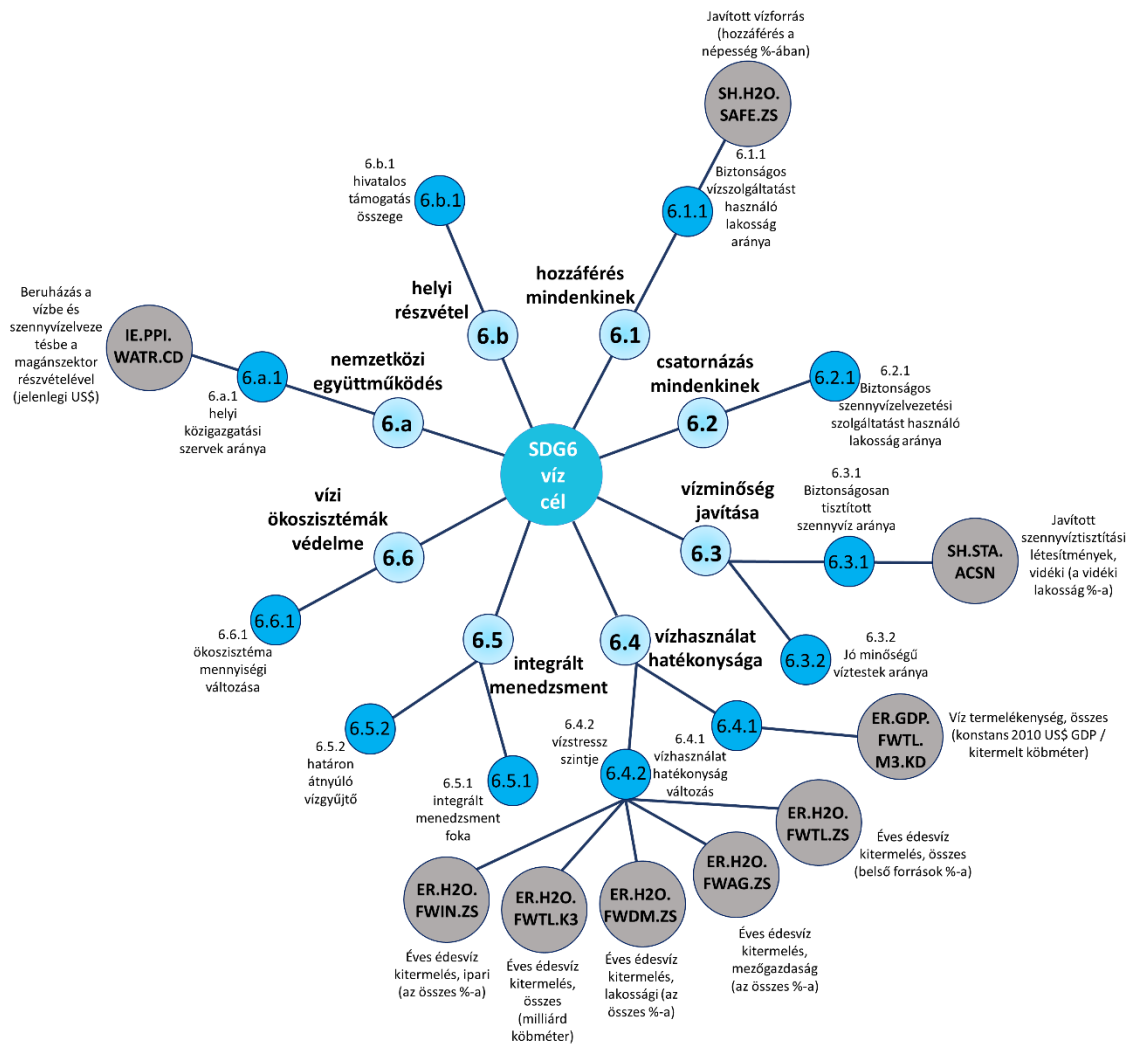
Annak érdekében, hogy az adott szintű kapcsolatok alapján jellemezni tudjunk egy magasabb szintű kapcsolatot (például az alcélok szakértők által végzett összekapcsolása alapján megvizsgálni, hogy a 17 cél hogyan kapcsolódik egymáshoz) a kapcsolatokat tartalmazó szomszédsági mátrixok (adjacency matrix) megfelelő összeszorozását kell elvégezni. A többretegű hálózat egyes rétegeinek tulajdonságait leíró szomszédsági mátrixokat a **7. táblázat** foglalja össze.

7. táblázat: A többretegű hálózat szomszédsági mátrixai és azok tulajdonságai

Szomszédsági mátrix jelölése	Csomópontok	Leírás	Méret	A szomszédsági mátrix nemnulla elemei
GT	Cél (G) – Alcél (T)	A célokhoz kapcsolódó alcélok [23]	$n_G \times n_T = 17 \times 169$	
TI	Alcél (T) – Indikátor (I)	Indikátorok, amelyekkel az alcél jellemezhető [24]	$n_T \times n_I = 169 \times 241$	
TT	Alcél (T) – Alcél (T)	Az alcélok közötti összefüggések a szakértők tanulmánya alapján [24]	$n_T \times n_T = 169 \times 169$	
IV	Indikátor (I) – Változó (V)	A Világbank 1504 változója közül 562, amely valamelyik indikátorhoz hozzá lett rendelve	$n_I \times n_V = 241 \times 562$	
VV	Változó (V) – Változó (V)	A Világbank változói közötti kapcsolatok, az adatok korrelációja alapján	$n_V \times n_V = 562 \times 562$	

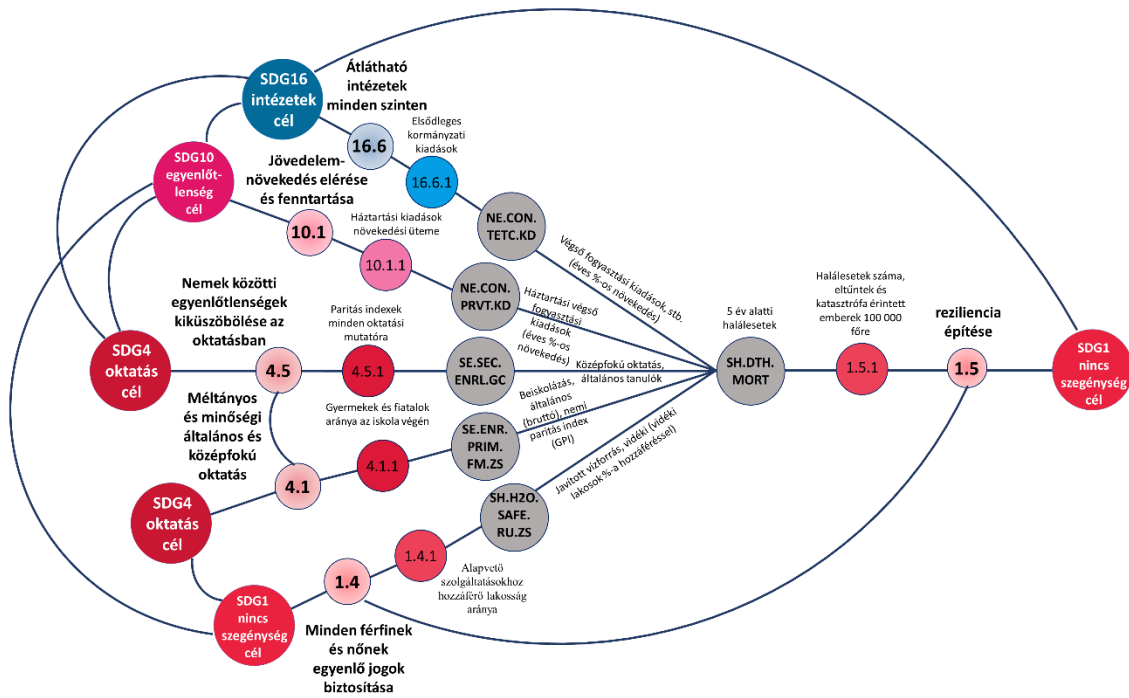
A **7. táblázat** szereplő rétegek szomszédsági mátrixok közül a cél-alcél és alcél-indikátor kapcsolatokat (GT, TI) az ENSZ definiálta [23], az alcél-alcél (TT) kapcsolatok pedig az ICSU tanulmányban [28] találhatóak. A Világbank változóinak fenntartható fejlődési indikátorokkal történő összekapcsolását (IV) a **3. számú melléklet** tartalmazza. A Világbank változóinak (VV) összekapcsolása a közöttük levő korrelációs együtthatók alapján történik.

A fenntartható fejlődési indikátorokhoz történő Világbank változók hozzákapcsolására a **29. ábra** mutat be példát az SDG6 „tisza víz és alapvető köztisztaság” cél esetében. Az összes hozzárendelést a **3. számú melléklet** tartalmazza.



29. ábra: A "tisza víz és alapvető köztisztaság" SDG6 cél, alcélok, indikátorok és a hozzárendelt Világbank változók

Az összekapcsolások során cél volt, hogy csak a közvetlenül egymásnak kölcsönösen megfeleltethető indikátorok és változók kerüljenek összekapcsolásra. A **3. számú mellékletben** található összekapcsolások segítségével a változók közötti korreláció alapján a fenntartható fejlődési alcélok és célok is összekapcsolásra kerülnek, melyre a **30. ábra** mutat be részletesen egy példát az 5 éves kor alatti halálozás változó esetében.



30. ábra: Az 5 éves kor alatti halálozás változó alapján összekapcsolt SDG indikátorok, alcélok és célok

A **30. ábra** látható, hogy az SDG1 „a szegénység felszámolása” cél egyetlen változó alapján három további célhoz (SDG4, SDG10, SDG16) is hozzákapcsolható. A szomszédsági mátrix az adott hálózat éllistájának Boole-algebrail formában történő megfogalmazása. Az éllista és a szomszédsági mátrix egymásnak kölcsönösen megfeleltethetők, azaz teljesen egyenértékűek. A szomszédsági mátrixban a mátrix sorai és oszlopai az adott hálózat csomópontjait tartalmazzák, míg a mátrix elemei a csomópontok közötti kapcsolatokra tartalmazznak információt, mely szerint a szomszédsági mátrix eleme nulla, ha a két csomópont között nincs kapcsolat és egy, ha a két csomópont között van kapcsolat.

Ebből következik, hogy a mátrix szorzás szabályai szerint csak olyan helyen lehet kapcsolat a projekciós mátrixban, ahol egyesek szerepelnek. Ha valamelyik elem nulla, akkor a szorzás után a másik mátrix nemnulla elemét is nullázza.

A szakértők által összekapcsolt alcélok hálózata alapján a célok közötti összekapcsolás formálisan a **9. egyenlet** szerint történik.

$$GG_{EXP} = GT^T \cdot TT \cdot GT$$

9. egyenlet: A cél-cél szintű kapcsolatok előállítás

Ahol:

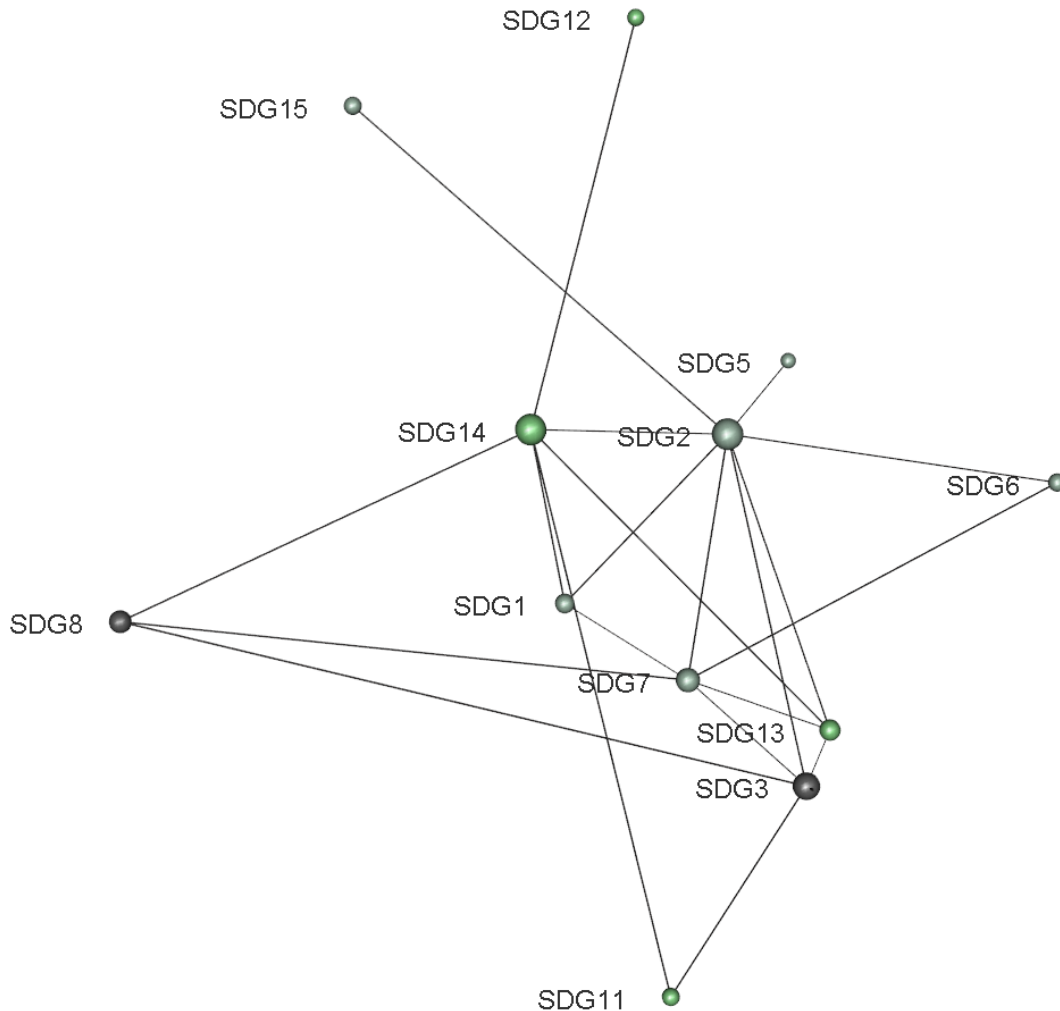
GG_{EXP} – Az SDG-k közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa

GT – A célok és alcélok közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa

TT – Az alcélok közötti kapcsolatok ISCU tanulmány szerinti szomszédsági mátrixa

Ez szövegesen annyit jelent, hogy a cél-alcél szomszédsági mátrixot megszorozom az alcél-alcél szomszédsági mátrixszal. Természetesen a projekciót el lehetne végezni az indikátorok irányába is, viszont ebben az esetben ha egy alcélt összekapcsolunk egy másik alcéllal, akkor a hozzájuk tartozó összes indikátort is összekapcsoljuk (**6. fejezet**).

Az alcélok összekapcsolásával indirekt módon összekapcsolt fenntartható fejlődési célok hálózatát a **31. ábra** mutatja be, melyet a **9. egyenlet** alapján állítottam elő.



31. ábra: A fenntartható fejlődési célok összefüggései az ISCU tanulmány alapján

A **31. ábra** látható, hogy az alcélok közötti kapcsolatok alapján előállított cél-cél szintű hálózatban a 2. 3. 7. és 14. SDG-k helyezkednek el központi elemként (a hálózatban betöltött szerepük jól tükröződik a PageRank értékeiken keresztül, amelyet a **8. táblázat** mutat be részletesen). Az ISCU tanulmányának kulcsmegállapításai között az első helyen szerepel, hogy „*The four SDGs analysed in detail in this report (SDG 2, SDG 3, SDG 7, SDG 14) are mostly synergistic with the other SDGs.*” (A négy SDG, amely ebben a tanulmányban részletesen elemzésre került (SDG2, SDG3, SDG7, SDG14) van leginkább szinergiában a többi SDG-vel), amely megerősíti a szomszédsági mátrixokon keresztül végzett összekapcsolás módszertani javaslatát és igazolja a jelen doktori értekezésben leírt vonatkozó erre megállapításokat.

8. táblázat: A fenntartható fejlődési célok közösségei az ISCU tanulmánya alapján

Azonosított közösségek	Az adott közösséghez tartozó célok, a hozzájuk tartozó PageRank értékekkel
1	SDG11 (0.43), SDG12 (0.38), SDG13 (0.54), SDG14 (0.89)
2	SDG1 (0.43), SDG2 (1.00), SDG5 (0.35), SDG6 (0.44), SDG7 (0.66), SDG15 (0.40)
3	SDG3 (0.75), SDG8 (0.57)

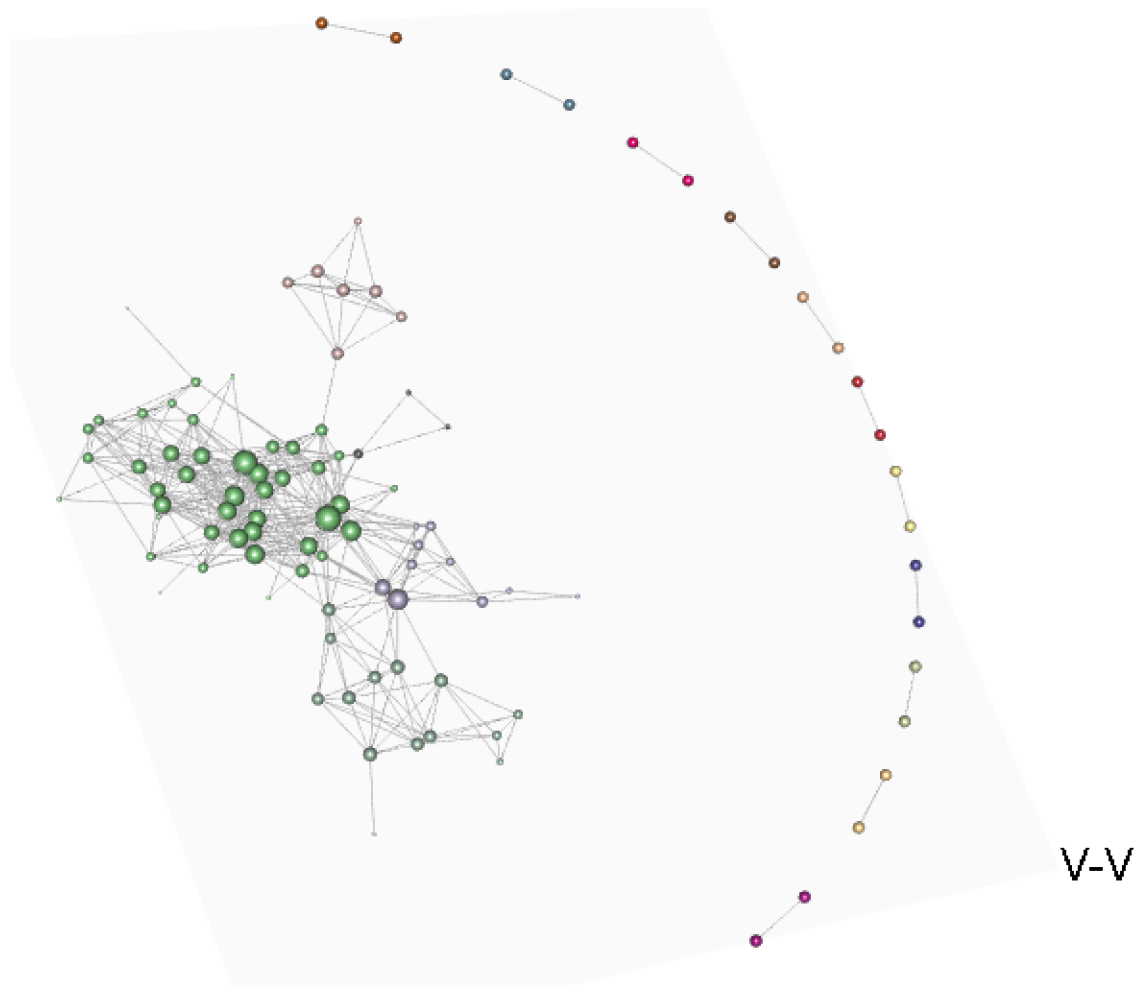
A **8. táblázat** alapján látható, hogy a 2. SDG a szerepe a legnagyobb a projekciós hálózatban. Ezt követi a 14. SDG, majd a 7. SDG és a 3. SDG, amely teljesen összhangban van az ICSU tanulmányt [28] készítő szakértők véleményével.

*A 6. fejezetben az ICSU tanulmányán keresztül bemutatott többretegű hálózatok elemzése alapján a **második számú tézisémet** „A fenntartható fejlődési célok eléréséhez – amely a stratégiai környezeti vizsgálat célfüggvénye – szükség van a célok közötti összefüggések minél pontosabb megértésére. A célok közötti összefüggések az alcélokon és indikátorokon keresztül többretegű hálózatként modellezhetők, mivel a „célok-alcélok-indikátorok” egyértelműen egymáshoz vannak rendelve.” **igazoltnak tekintem.***

A többretegű hálózat alapú vizsgálat elvégezhető a Világbank adatainak korrelációja alapján is. Ebben az esetben a csomópontok közötti kapcsolatok (élek) nem a szakértők döntése alapján, hanem az adatok összefüggése alapján alakíthatók ki. A módszertan fő előnye, hogy semmilyen szubjektív elemet nem tartalmaz.

Az elemzés menete hasonló az ISCU tanulmány esetében bemutatotthoz, viszont ebben az esetben nem az alcél-alcél szintű kapcsolatokról indulunk ki, hanem a hálózat első rétegeként a változók közötti kapcsolatokat állítjuk elő.

A Világbank változói közötti korreláció alapú kapcsolati hálót a **32. ábra** mutatja be. Az ábrán a csomópontok színei a Girvan-Newman algoritmussal azonosított közösségeket szimbolizálják. A hálózat közösségeinek pontos megnevezése a színek szerint a **9. táblázat** található. Az adott változóhoz tartozó PageRank értékeket a zárójelben lévő számok jelölik. A változók nagy száma miatt a rövidített megnevezésük szerepel a táblázatban. A rövidítés a Világbank adatbázisa által használt terminológia szerint történt [13].



32. ábra: A Világbank változói közötti kapcsolatok hálózat alapú reprezentációja

A Világbank változóinak korreláció alapú hálózatában 16 különböző közösséget azonosítottam (**9. táblázat**). A legnagyobb közösség tagjai a **32. ábra** zöld színnel jelölt csomópontok, összesen 44 darab. Ebben a közösségben található az oktatási, lakossági és háztartási kiadásokhoz kapcsolódó változók. A halványzöld színnel jelölt csomópontok képezik a hálózat második legnagyobb közösségét 14 elemmel, melyek csaknem teljes egészében gazdasági változók. A harmadik közösség a lilásszürke színnel jelölt 10 csomópont, mely tartalmazza a távközléshez tartozó változókat. A hálózat több tagjával szorosabb kapcsolatban még a negyedik közösség elemei (rózsaszínes árnyalattal jelölve) állnak, melyek az oktatás tárgykörébe tartozó változókból tevődik össze.

A további 12 azonosított közösség „leszakad” a hálózat erősen kapcsolódó részétől, ezek a kis közösségek lefedik a gabonatermelést, elsődleges jövedelmet, általános iskolai beiskolázást és az alultápláltságra vonatkozó változókat.

A **9. táblázat** szereplő Világbank változók rövidítéseinek részletes leírását a **3. számú melléklet** tartalmazza.

9. táblázat: A Világbank változóinak közösségei a köztük lévő korreláció alapján

Azonosított közösségek	Az adott közösséghez tartozó Világbank változók, a hozzájuk tartozó PageRank értékekkel
1	AG.LND.FRST.K2(0.61), AG.LND.FRST.ZS(0.62), AG.PRD.FOOD.XD(0.75), AG.PRD.LVSK.XD(0.66), DC.DAC.LUXL.CD(0.39), EG.ELC.ACCS.ZS(0.44), EG.GDP.PUSE.KO.PP.KD(0.7), EG.USE.ELEC.KH.PC(0.62), IS.AIR.GOOD.MT.K1(0.55), NE.CON.PETC.KD(0.76), NE.CON.PRVT.KD(0.76), NE.CON.PRVT.PC.KD(0.76), NE.CON.PRVT.PP.KD(1), NE.CON.TETC.KD(0.73), NY.GNP.MKTP.KD(0.76), SE.ENR.PRIM.FM.ZS(0.62), SE.ENR.PRSC.FM.ZS(0.76), SE.ENR.SECO.FM.ZS(0.71), SE.ENR.TERT.FM.ZS(0.72), SE.PRM.ENRL(0.7), SE.PRM.ENRL.FE.ZS(0.43), SE.PRM.TCHR(0.63), SE.SEC.ENRL.GC(0.78), SE.SEC.ENRL.GC.FE.ZS(0.61), SE.SEC.TCHR(0.86), SE.SEC.TCHR.FE(0.82), SH.DTH.MORT(0.73), SH.DTH.NMRT(0.6), SH.DYN.MORT(0.57), SH.H2O.SAFE.RU.ZS(1), SH.H2O.SAFE.UR.ZS(0.86), SH.STA.MMRT(0.83), SL.EMP.TOTL.SP.MA.ZS(0.44), SL.TLF.ACTI.1524.FE.ZS(0.73), SL.TLF.ACTI.1524.MA.ZS(0.86), SP.ADO.TFRT(0.53), SP.DYN.AMRT.FE(0.44), SP.DYN.AMRT.MA(0.54), SP.DYN.CDRT.IN(0.56), SP.DYN.IMRT.IN(0.62), SP.DYN.LE00.IN(0.7), SP.DYN.TFRT.IN(0.42), SP.DYN.TO65.FE.ZS(0.76), ST.INT.DPRT(0.57),
2	BM.TRF.PWKR.CD.DT(0.72), BX.TRF.CURR.CD(0.69), DC.DAC.NORL.CD(0.52), DC.DAC.TOTL.CD(0.42), IS.AIR.PSGR(0.59), NE.CON.GOVT.CD(0.79), NE.CON.PETC.CD(0.66), NE.CON.PRVT.CD(0.69), NE.CON.TETC.CD(0.64), NE.DAB.TOTL.CD(0.68), NE.GDI.TOTL.KD(0.64), NV.IND.MANF.CD(0.69), TM.VAL.MRCH.CD.WT(0.61), TM.VAL.MRCH.WL.CD(0.61)
3	IP.JRN.ARTC.SC(0.56), IT.CEL.SETS(0.49), IT.CEL.SETS.P2(0.54), IT.NET.USER.ZS(0.72), NE.CON.PRVT.PP.CD(0.77), NY.GDP.MKTP.PP.CD(0.91), SE.PRM.PRIV.ZS(0.47), SE.TER.ENRR(0.6), SE.TER.ENRR.FE(0.6), SE.TER.ENRR.MA(0.6)
4	SE.PRM.ENRR.FE(0.52), SE.PRM.NENR(0.7), SE.PRM.NENR.FE(0.65), SE.PRM.TENR(0.7), SE.PRM.TENR.FE(0.62), SE.PRM.UNER.FE.ZS(0.62), SE.PRM.UNER.ZS(0.7)
5	AG.PRD.CREL.MT(0.65), AG.YLD.CREL.KG(0.65)
6	BM.GSR.FCTY.CD(0.65), BX.GSR.FCTY.CD(0.65)
7	SE.PRE.ENRR.FE(0.65), SE.PRE.ENRR.MA(0.65)
8	SE.PRM.CMPT.FE.ZS(0.65), SE.PRM.CMPT.ZS(0.65)
9	SE.PRM.PRSL.MA.ZS(0.65), SE.PRM.PRSL.ZS(0.65)
10	EN.CO2.ETOT.ZS(0.65), SE.PRM.REPT.MA.ZS(0.65)
11	SE.PRM.UNER(0.65), SE.PRM.UNER.FE(0.65)
12	SE.PRM.TENR.MA(0.65), SE.PRM.UNER.MA.ZS(0.65)
13	IT.MLT.MAIN(0.65), SH.HIV.0014(0.65)
14	SN.ITK.DEFC.ZS(0.65), SN.ITK.DFCT(0.65)
15	TM.VAL.MRCH.RS.ZS(0.65), TX.VAL.MRCH.RS.ZS(0.65)
16	SE.SEC.ENRR(0.54), SE.SEC.ENRR.FE(0.66), SE.SEC.ENRR.MA(0.54)

Megvizsgálva a **9. táblázat** PageRank értékeit az a megállapítás tehető, hogy a háztartások végső fogyasztási kiadásai („Household's final consumption expenditure, a megfelelő vízforrás („improved water source (% of the rural and urban population with access”) és a GDP a fő hajtóerő a KER rendszer hálózatalapú reprezentációjában.

A Világbank változói közötti kapcsolatok alapján előállítható a fenntartható fejlődési alcélok közötti kapcsolatok és a célok közötti kapcsolatok hálózata is. Ebben az esetben a projekciós hálózat létrehozása a **10. egyenlet** alapján történik.

$$TT_{VB} = TI^T \cdot IV^T \cdot VV \cdot IV \cdot TI$$

10. egyenlet: Az alcél-alcél szintű kapcsolatok előállítása

Ahol:

TT_{VB} – Az alcélok közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa a Világbank adatai alapján

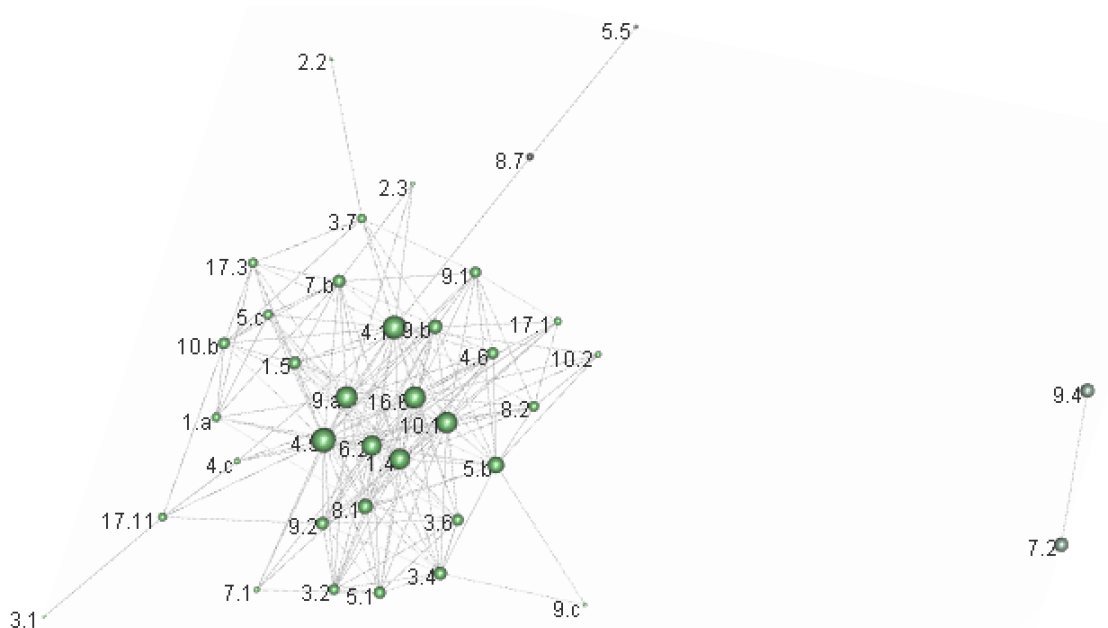
TI – Az alcélok és indikátorok közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa

IV – Az indikátorok és változók közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa

VV – A Világbank változóinak korrelációja alapján meghatározott kapcsolatok szomszédsági mátrixa

A **10. egyenletben** azért található öt szomszédsági mátrixszal történő szorzás a projekciós hálózat létrehozásához, mivel az alcélok közötti kapcsolatokat a Világbank változói alapján szeretnénk jellemezni. Ehhez szükség van az alcélok és az indikátorok összekapcsolását tartalmazó szomszédsági mátrixra, a változók és indikátorok általunk végzett összekapcsolását tartalmazó szomszédsági mátrixra és a változók közötti korreláció alapú kapcsolatokat tartalmazó szomszédsági mátrixra is. A **10. egyenletben** szereplő mátrixok méretei a **7. táblázat** találhatóak.

A Világbank változóinak korrelációja alapján elkészített fenntartható fejlődési alcélok hálózatát a **33. ábra** mutatja be, a csomópontok klasztereit és a hálózatban betöltött szerepükre vonatkozó PageRank értékeket a **10. táblázat** tartalmazza.



33. ábra: A Világbank adatainak korrelációja alapján készített alcél-alcél szintű projekciós hálózat

A **33. ábra** látható hálózatot össze lehet hasonlítani a **28. ábra** ISCU szakértők által írt tanulmány alapján készített hálózattal, mivel mindkét esetben a fenntartható fejlődési alcélok közötti kapcsolatokról van szó. Jól látható, hogy az adatvezérelt hálózat több élt (kapcsolatot) tartalmaz, mint a tanulmány alapján készített hálózat, valamint kevésbé tematizált, azaz megállapítható, hogy az alcélok közötti kapcsolatok rendszere sokkal bonyolultabb, mint a tanulmányban bemutatott. Ennek egyik oka lehet, hogy az ISCU tanulmányban négy cél szinergiáinak feltárására helyezték a hangsúlyt.

A **33. ábra** hálózatában három közösséget azonosítottam, melyeket részletesen a **10. táblázat** mutat be. A legnagyobb közösségnek 35 tagja van, amelyek az ábrán zöld színnel kerültek feltüntetésre. A 2. közösség két tagja nem áll szoros kapcsolatban a hálózat többi részével, ezek világoszöld színnel vannak jelölve és az ábra jobb oldalán helyezkednek el. Név szerint a 7.2 (a megújuló energia részarányának növekedését a globális energiaszerkezetben célzottan említő alcél) és 9.4 (környezetbarát technológiák és ipari folyamatok) alcélok. A harmadik azonosított közösség szintén két tagból áll és a hálózat felső részén látható sötétszürke színnel jelölve.

10. táblázat: A fenntartható fejlődési alcélok közösségei a Világbank változóinak korrelációja alapján

Azonosított közösségek	Az adott közösséghez tartozó alcélok, a hozzájuk tartozó PageRank értékekkel
1	1.1 (0.64), 1.a (0.54), 1.4 (0.84), 1.5 (0.63), 2.2 (0.51), 2.3 (0.42), 3.1 (0.31), 3.2 (0.56), 3.4 (0.67), 3.6 (0.58), 3.7 (0.61), 4.1 (1.00), 4.5 (0.97), 4.6 (0.58), 4.c (0.48), 5.1 (0.60), 5.b (0.77), 5.c (0.56), 6.2 (0.83), 7.1 (0.45), 7.b (0.67), 8.1 (0.67), 8.2 (0.57), 9.1 (0.60), 9.2 (0.63), 9.a (0.90), 9.b (0.66), 9.c (0.41), 10.1 (0.87), 10.2 (0.46), 10.b (0.65), 16.6 (0.89), 17.1 (0.50), 17.11 (0.69), 17.3 (0.59)
2	7.2 (0.64), 9.4 (0.64)
3	5.5 (0.46), 8.7 (0.68)

Az adatvezérelt hálózat elemzésének alapján megállapítható, hogy a 4. SDG-hez – „elérhető és méltányos minőségi oktatás biztosítása és az élethosszig tartó tanulás lehetőségének elősegítése mindenki számára (Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all) – tartozó alcélok a legfontosabb hajtóerők, azaz a 4.1 és 4.5 alcélok. További fontos faktor a 9.a alcél, névlegesen a „fenntartható és rugalmas infrastruktúra fejlesztése a fejlődő országokban a pénzügyi, technológiai és technikai segítségnyújtás az afrikai országoknak, a legkevésbé fejlett országoknak, a tengerparttal nem rendelkező fejlődő országoknak és a kis szigeti fejlődő államoknak”.

Az elemzés több fontosabb kapcsolatot is feltárt, melyekre példaként a 16.6 alcél (hatékony, elszámoltatható és átlátható intézmények kialakítása minden szinten) és 10.1 alcélok (2030-ig fokozatosan elérni és fenntartani a lakosság alsó 40 százalékanak jövedelemnövekedését, az országos átlaghoz viszonyítva) közötti erős kapcsolat emelhető ki. Az ilyen jellegű összefüggések segítségével a PPP-ket készítő szakemberek olyan új stratégiai tervezési szempontokat vehetnek figyelembe, amelyek a komplex rendszer (KER) egészét modellező eszközök nélkül nem mutathatók ki.

A többrétegű hálózat elemzése nem áll meg az alcél szintű összefüggéseknél, a logikai séma tovább folytatható a cél-cél szintű kapcsolatok projekciójához. A fenntartható fejlődési célok közötti kapcsolatok a **11. egyenlet** alapján állíthatók elő. Amennyiben a változókból közvetlenül a célok közötti összefüggéseket állítjuk elő (azaz az alcél-alcél projekció lépés kimarad), úgy a TT_{VB} helyére a **11. egyenlet** jobb oldalán szereplő tagokat kell behelyettesíteni.

$$GG_{VB} = GT \cdot TT_{VB} \cdot GT$$

11. egyenlet: Az adatvezérelt cél-cél szintű kapcsolatok előállítására

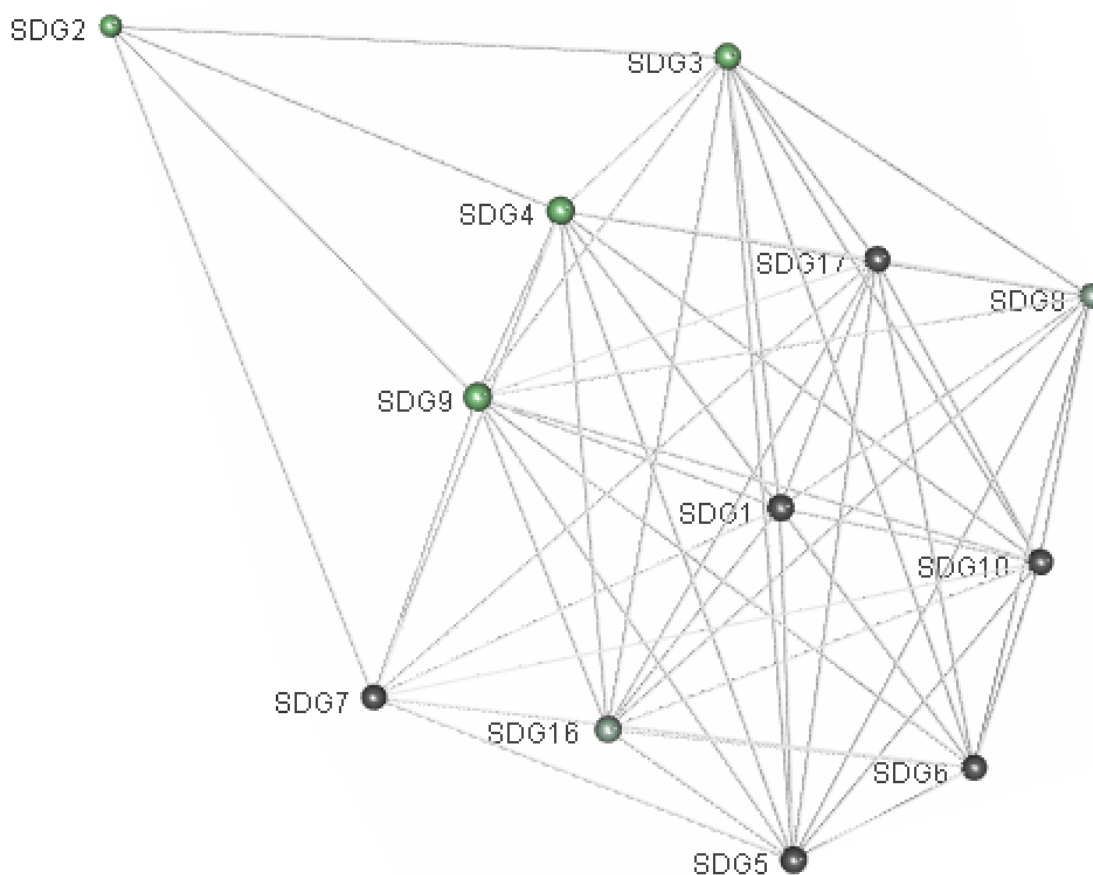
Ahol:

GG_{VB} – Az SDG-k közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa a Világbank adatai alapján

TT_{VB} – Az alcélok közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa a Világbank adatai alapján

GT – A célok és alcélok közötti kapcsolatok szomszédsági mátrixa

A **11. egyenletet** felhasználva előállítottam a fenntartható fejlődési célok kapcsolatait tartalmazó hálót, melyet a **34. ábra** mutat be. Az ábrán az azonosított közösségek különböző színekkel vannak jelölve, melyekre a részletes információkat a **11. táblázat** tartalmazza.



34. ábra: A fenntartható fejlődési célok összefüggései a Világbank adatai alapján

A **34. ábra** hálózata alapján a 4. SDG (az oktatással foglalkozó cél) és a 9. SDG (a rugalmas infrastruktúrával foglalkozó cél) a legjelentősebb hajtóerők, azonban az egészség és jólét (SDG3) és szegénység felszámolása (SDG1) célok is jelentősek az adatvezérelt megközelítés szerint.

11. táblázat: A fenntartható fejlődési célok közösségei a Világbank adatai alapján

Azonosított közösségek	Az adott közösséghez tartozó célok, a hozzájuk tartozó PageRank értékekkel
1	SDG2 (0.50), SDG3 (0.92), SDG4 (1.00), SDG9 (1.00)
2	SDG8 (0.84), SDG16 (0.84)
3	SDG1 (0.91), SDG5 (0.91), SDG6 (0.84), SDG7 (0.71), SDG10 (0.91), SDG17 (0.91)

A centralitás vizsgálata alapján elmondható, hogy ugyancsak a 4. és 9. SDG-k szerepe a legnagyobb a hálózatban a hozzájuk tartozó PageRank értékeknek megfelelően. Összehasonlítva a Világbank adatai alapján készített cél-cél szintű hálót a szakértők által készített hálóval (**31. ábra**) megállapítható, hogy a fenntartható fejlődési célok sokkal jobban összefonódnak az adatvezérelt modell megközelítése szerint.

A fenntartható fejlődési célok kapcsolati struktúráját vizsgáló tanulmányok együttes – egymással történő összehasonlításra alapuló – figyelembevétele szükséges a célok elérésének gyakorlati megvalósításához.

A PPP-ket készítő szakemberek feladata, hogy eldöntse, mely feltárt összefüggésekkel ért egyet és mely összefüggéseket veti el. A jelen doktori értekezésnek nem célja eldönteni, hogy az ismertetett két különböző megközelítés közül melyiket fogadja el helyesnek, hanem az elérhető különböző tanulmányok „tandem” modellezését ajánlja a jövőbeli környezeti stratégia készítését célzó szakértői vizsgálatokhoz.

A bemutatott adatvezérelt többrétegű hálózat alapú megközelítés egy olyan módszertani fejlesztés, melynek segítségével a fenntarthatóság cél-cél, alcél-alcél vagy akár indikátor-indikátor szinten is tervezhető. A nemzetközi szakirodalomban a többrétegű megközelítésnek ezen előnyét – mely szerint a hálózat bármely rétege a másik szintű réteggé transzformálható – a kutatók nem tárgyalják. Az ilyen integrált megközelítések olyan eszközfejlesztéshez nyújtanak szubjektivitástól mentes alapot, amely segítségével az országok intenzifikálni tudják az SDG-k elérését szolgáló politikai intézkedések implementálását.

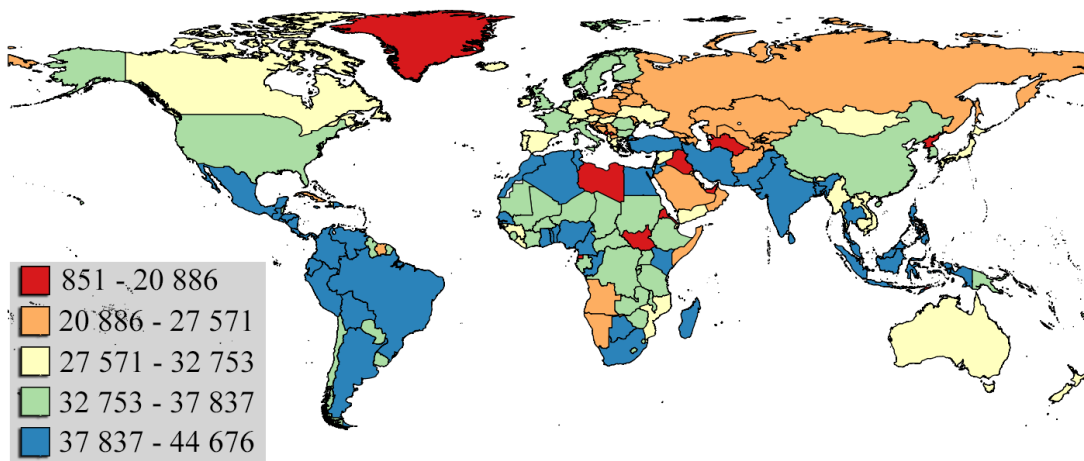
*A 6. fejezetben részletesen bemutatott többrétegű hálózat alapú két egymástól eltérő megközelítés (az ICSU SDG szakértők által készített tanulmány és a Világbank adatainak korrelációin alapuló adatvezérelt modell) alapján a **harmadik számú tézisémet** „A stratégiai környezeti vizsgálat célfüggvényének, mint a fenntartható fejlődési célok teljesülésének alapvetően van egy saját belső összefüggésrendszere, így valamely cél elérése érdekében tett intézkedések a többi célra is hatással vannak.” **igazoltnak tekintem.***

6.1. A stratégiai környezeti vizsgálat alapjának nemzeti sajátosságai

Mivel a **6. fejezetben** bemutatott módszertan teljesen független a bemenő adatok dimenziójától és értékészletétől, valamint automatizált módon került kialakításra, ezért jelentős nemzetközi érdeklődésre tarthat számot. Ezt a kijelentést az a hipotézis is alátámasztja, amely alapvetése, hogy a világ különböző országaiban a fenntartható fejlődési célok elérése érdekében más és más beavatkozások (vagy beavatkozási prioritások) kell, hogy szerepeljenek. Az erre a gondolatra megfogalmazott tézis a következő: „A nemzeti és/vagy regionális stratégiai környezeti vizsgálatok algoritmizálása során a különböző földrajzi területeken a környezeti-, gazdasági-, és társadalmi összefüggésrendszer eltérő módon viselkedik, ezért a döntéshozatali támogatóeszközöket és modelleket a helyi makrogazdasági viszonyokhoz kell viszonyítani”.

Annak érdekében, hogy a földrajzi hely szerinti fenntartható fejlődési célok összefüggéseinek különbségeit bemutassam a **6. fejezetben** ismertetett módszertant alkalmazom 10 választott földrajzi területre.

Ahhoz, hogy a földrajzi disszimilitások modellezhetőek legyenek fontos figyelembe venni, hogy mely földrajzi egységre hány darab KER-el összefüggő adat érhető el. A Világbank adatbázisa [13] 264 különböző földrajzi egységre tartalmazza az 1504 változó ugyanazon időszávon (1960-2015) mért adatait. Ez mindösszesen 7 236 512 adatpontot jelent, amelynek térbeli eloszlását a **35. ábra** mutatja be részletesen.



35. ábra: A Világbank adatok elérhetőségének térbeli mintázata

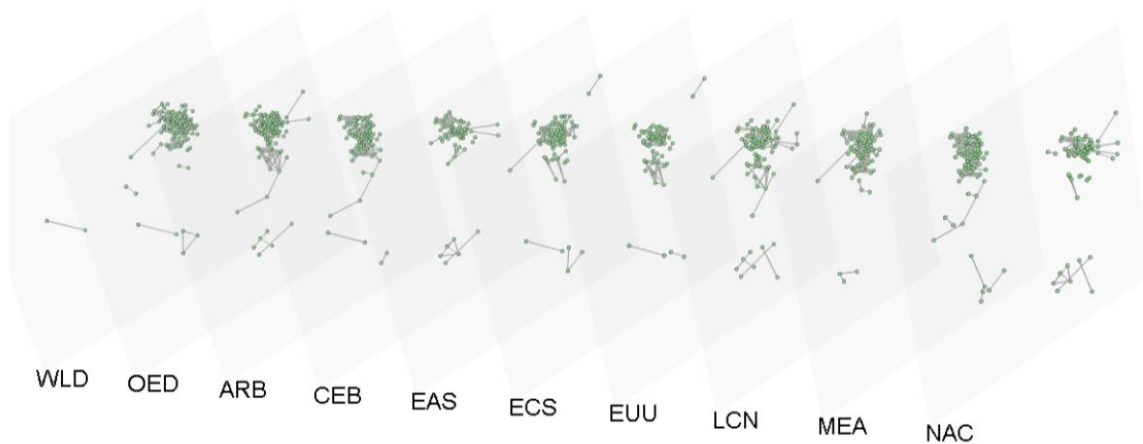
A **35. ábra** térképe alapján látható, hogy Magyarország az adatok elérhetőségét tekintve a maga 28 318 adatával a közepesen lefedett országok közé tartozik, melyek az ábrán világossárga színnel vannak jelölve.

Úgy gondolom, hogy a 264 darab földrajzi egység összehasonlító elemzése túlmutat a jelen doktori értekezés keretein, ezért a tézis igazolásához 10 földrajzi régiót választottam ki, melyek a következők [13]:

- Világ (the World; WLD): 24 300 adatpont
- OECD tagok (members of the Organisation for Economic Co-operation and Development; OED): 25 857 adatpont
- Az Arab Világ (the Arab World; ARB): 20 120 adatpont
- Közép-Európa és a Balti államok (Central Europe and the Baltics; CEB): 19 472 adatpont
- Kelet-Ázsia és a Csendes-óceáni térség (East Asia & Pacific; EAS): 21 711 adatpont
- Közép-Európa és Közép-Ázsia (Central Europe & Central Asia; ECS): 21 419 adatpont
- Európai Unió (the European Union; EEU): 25 307 adatpont
- Latin-Amerika és a Karib-térség (Latin America & the Caribbean; LCN): 25 473 adatpont
- Közel-Kelet és Észak-Afrika (the Middle East & North Africa; MEA): 20 496 adatpont
- Észak-Amerika (North America; NAC): 24 272 adatpont.

A felsorolás zárójeleiben szereplő hárombetűs kódok a Világbank adatbázisában használt terminológia alapján kerültek feltüntetésre [13]. Az elemzés eredményeinek bemutatása során a különböző régiókat a rövid betűkódjukkval jelölöm.

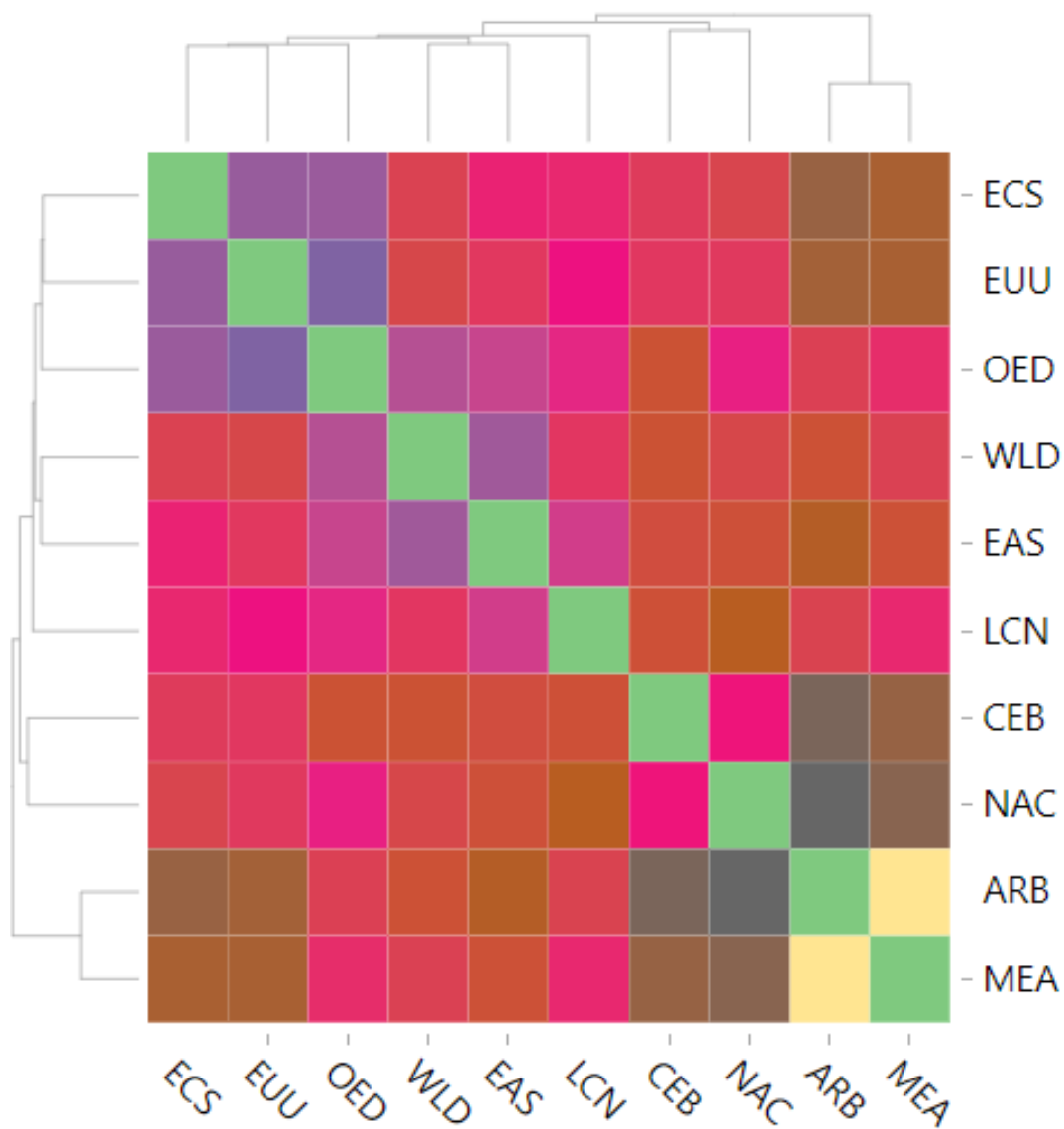
Minden kiválasztott régióra kiszámoltam a páronkénti korreláció értékeit a Világbank adatbázisa alapján. A változók közötti kapcsolat akkor került elfogadásra, ha a Pearson-féle korrelációs együttható értéke meghaladta a 0,99-et 0,05-nél kisebb szignifikancia szint mellett, valamint legalább 20 évre rendelkezésre áll adat a kovariancia kiszámításához. A páronkénti korrelációs számítás előnye, hogy nem csak az indikátorok szerint összekapcsolt változók vizsgálhatók, hanem minden olyan adat, amelyre a fenti kritériumok együttesen teljesülnek. A kiválasztott 10 régióra elkészített multiplex hálózatot a **36. ábra** mutatja be.



36. ábra: A Világbank adatainak korreláció alapú különbségeit bemutató multiplex hálózat

A KER adatok korrelációi alapján készített multiplex hálózat (**36. ábra**) alapján megállapítható, hogy az adatok közötti összefüggések függenek a földrajzi elhelyezkedéstől, amelyből következik, hogy a környezetelemzés algoritmizálása során a modellt az adott földrajzi egység makrogazdasági adataihoz kell igazítani. Bár az összes változó ugyanazon a helyen van ábrázolva a régiókat szimbolizáló különböző síkokban, a változók közötti kapcsolatok nem azonosak, ami azt jelenti, hogy a változók közötti korreláció eltérő az egyes gazdasági régiókban. Az ábrán látható hasonlóságok és különbségek a régiók korrelációs struktúrájának hasonlóságait/különbségeit reprezentálják.

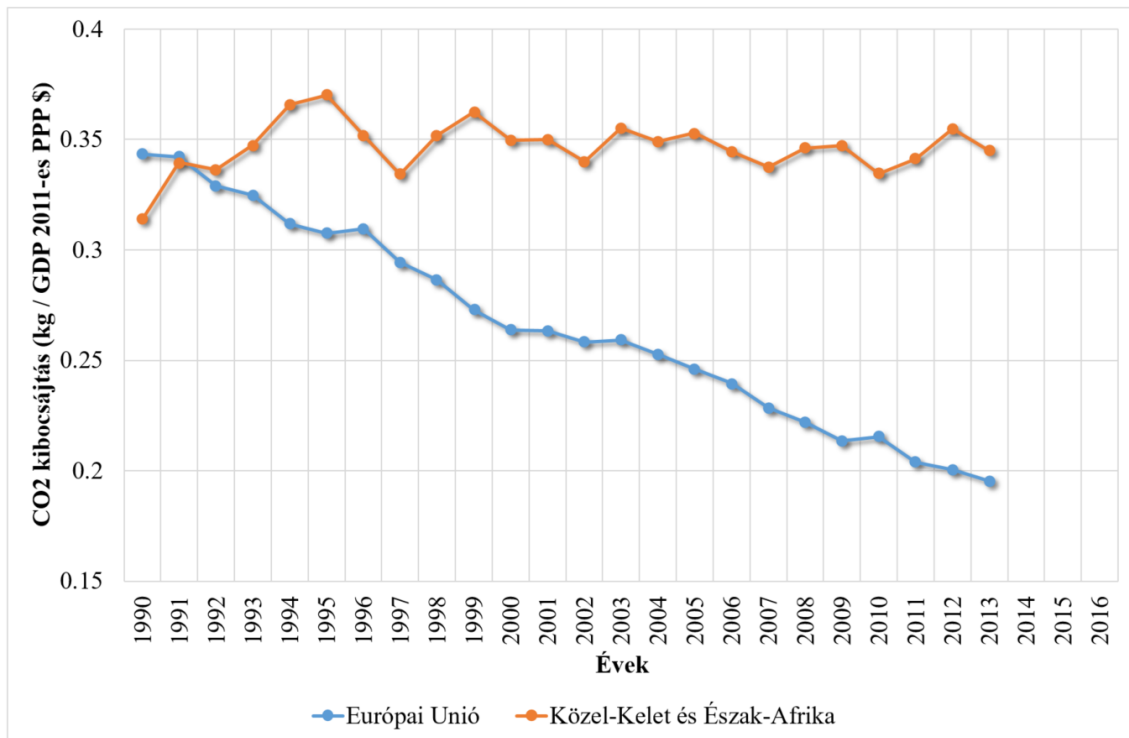
A regionális különbség jobb bemutatása érdekében az adatokat a „visual assessment of cluster tendency (VAT)” algoritmus segítségével elemeztem [73]. Az adatok euklidészi távolsága alapján előállítottam a különbség matrixot (dissimilarity matrix), majd újra rendeztem a különbség matrixot úgy, hogy a hasonló elemek egymást követően szerepeljenek, végül az újrendezett különbség matrixot jelenítettem meg, amelyet a **37. ábra** mutat be.



37. ábra: A kiválasztott régiók hálózatának redukálhatósága és egyszeres összekapcsolódása a Világbank változói alapján

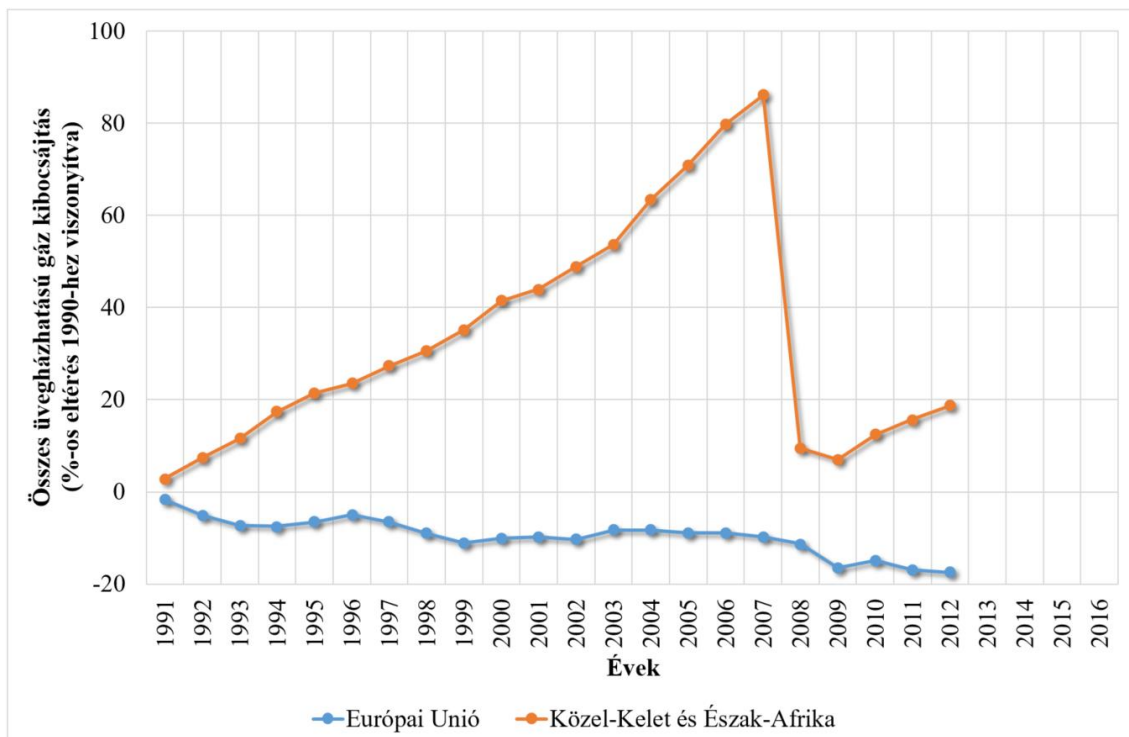
A **37. ábra** látható, hogy a kiválasztott 10 régió között a Világbank adatbázisának páronkénti korrelációs értékei alapján melyek az egymáshoz hasonló és különbözőséget mutató területek. Az ábrán jól látszik, hogy a KER összefüggések az Arab Világban és a Közel-Keleten&Észak-Afrikában jelentősen eltérő “viselkedést” mutatnak, míg például az Európai Unió és az OECD tagok között nagyobb hasonlóság tapasztalható.

A disszimilitások bemutatása céljából az Európai Unióra, valamint Közel-Kelet és Észak-Afrika régiókra bemutatásra kerül néhány változó, amelyek idősoros alakulása legkevésbé korrelál egymással. A két régió fajlagos szén-dioxid kibocsájtását a **38. ábra** mutatja be.



38. ábra: Az EU és MEA régiók fajlagos CO₂ kibocsájtásának alakulása

A **38. ábra** az Európai Unió és Közél-Kelet és Észak-Afrika régiók 1990-2013 közötti szén-dioxid kibocsájtásának fajlagos értéke látható. A Közél-kelet a 23 éves időszávon ~0.31-0.37 kg/\$ értékek között stagnált, míg az EU a kezdeti ~0.34 kg/\$ értékről folyamatosan javította a fajlagos mutatót ~0.19 kg/\$ értékig.

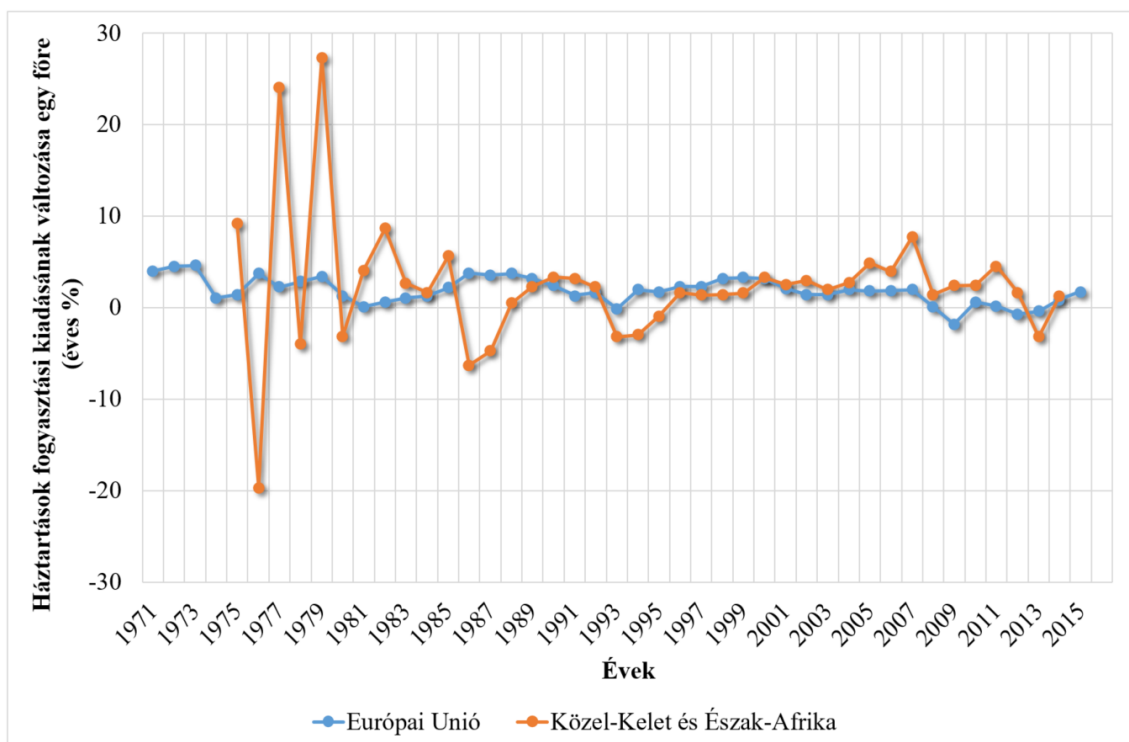


39. ábra: Az EU és MEA régiók ÜHG kibocsájtásának alakulása

Amennyiben az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsájtását vizsgáljuk (**39. ábra**), az EU teljesítménye ebben az esetben is magasabb fejlettségi színtről tájékoztat. A két régió ÜHG kibocsájtásának alakulását 1991-2012 közötti időszakra az 1990-es bázisév százalékában kifejezve a **39. ábra** mutatja be.

A **39. ábra** látható, hogy a Közel-Kelet és Észak-Afrika régió ÜHG kibocsájtása minden évben meghaladta az 1990-es bázisév értékét. 1991-2007-ig folyamatosan nőtt a szennyezőanyag kibocsájtás, azonban a 2008-as évben ~75%-os javulást értek el. Az Európai Unió az 1990-es évhez viszonyítva folyamatosan javította az ÜHG mutatóját. A 21 éves időszávon ~20 %-kal csökkentették a kibocsájtást a 90-es évi értékhez viszonyítva. Ez utóbbi folyamatos javítás abszolút a környezetvédelem eredményeként számolható el.

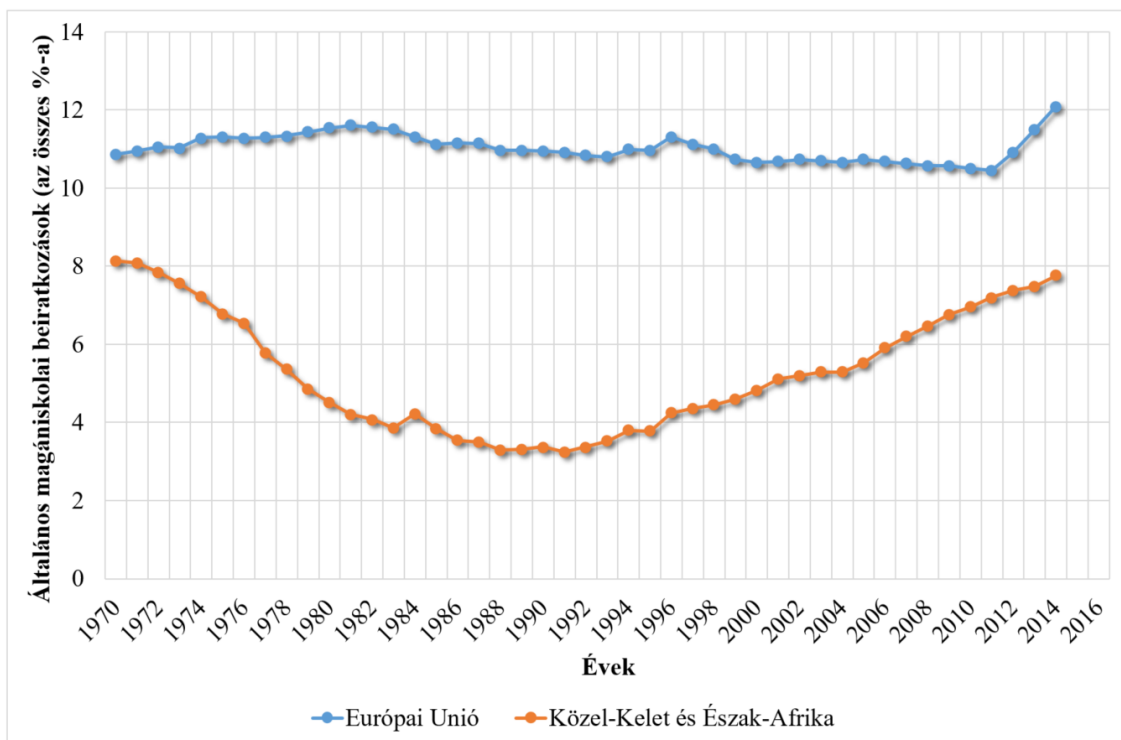
A környezetvédelmi mutatók mellett a gazdasági és társadalmi szempontok reprezentálása érdekében a háztartások kiadásainak éves százalékos változása is bemutatásra kerül (**40. ábra**). A változó értékeit 1971-2015 közötti időszakon ábrázoltam. Ennek a mutatóknak az esetében nem egy szigorú monoton egyirányú változás, hanem az ingadozás mértéke különbözteti meg a két választott régiót egymástól.



40. ábra: Az EU és MEA régiók egy főre vetített háztartási kiadásának alakulása

Az EU kitérésmaximuma az egy főre vetített háztartási kiadás változásának százalékos értékében a 44 éves időszávon – abszolút értékben - 6%-on belül marad, míg a Közel-Keleti régió kitérésmaximuma 27 %.

Az oktatás területén az egyik kvalitatív mutató a magániskolai beiratkozások száma, melyet az összes beiratkozás százalékában kifejezve a **41. ábra** mutat be az általános iskolák esetében.



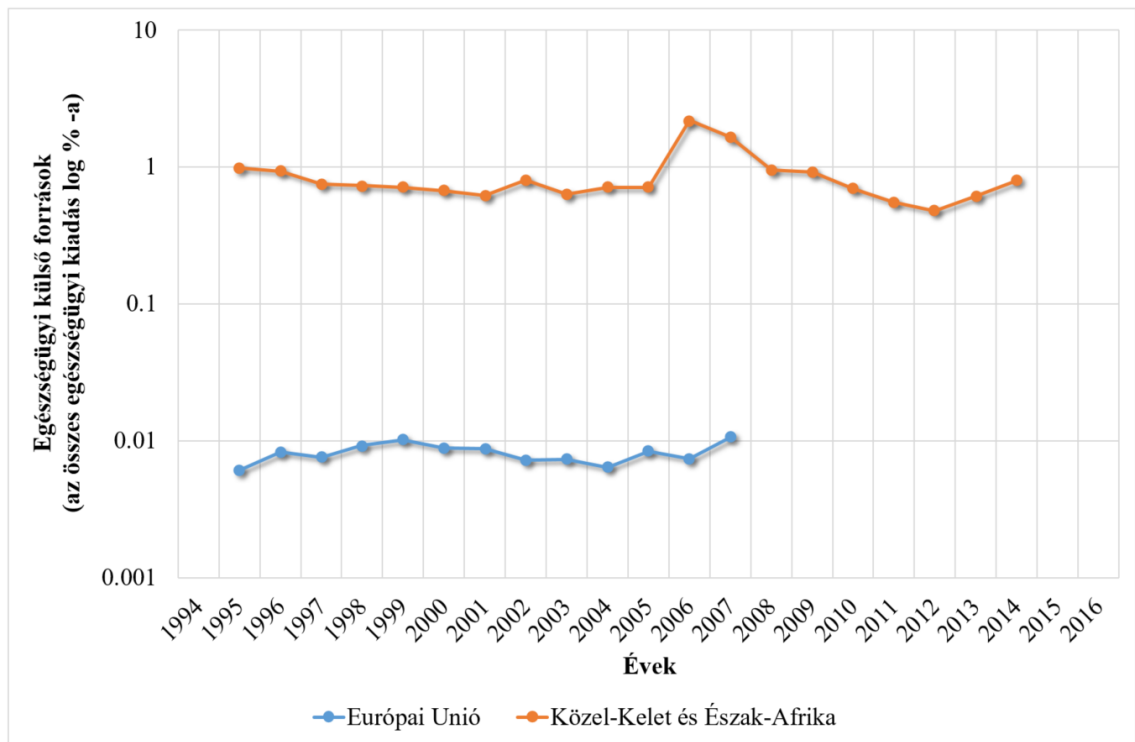
41. ábra: Az EU és MEA régiók magániskolás beiratkozásainak alakulása

A **41. ábra** látható, hogy az EU az 1970-es évek ~11 %-os értékhez viszonyítva stagnáló értékekkel szerepel 2014-ig. A szuprémum és infimum értékek közötti különbség ~1.5 % körüli. A Közel-Kelet és Észak-Afrika régió esetében az 1970-es 8 %-os érték 1991-ig csökkent, ~3.6 %-ra csökkent, majd a következő 23 évben visszaállt a kiindulási 8 % körüli értékre. Ennek az oktatási mutatónak a fejlesztésében egyik régió sem ért el komoly sikereket, a fő különbség, hogy az EU szinten tartotta a magániskolás beiskolázások számát, míg a MEA régió egy 21 éves romlás után visszafordította a mutató értékének kedvezőtlen változását.

Az egészségügyi mutatók esetében a **42. ábra** a külső egészségügyi források százalékos arányát mutatja be. Az EU és MEA régiók közötti két nagyságrendes különbség miatt a mutató értékeit logaritmikus tengelyen ábrázoltam.

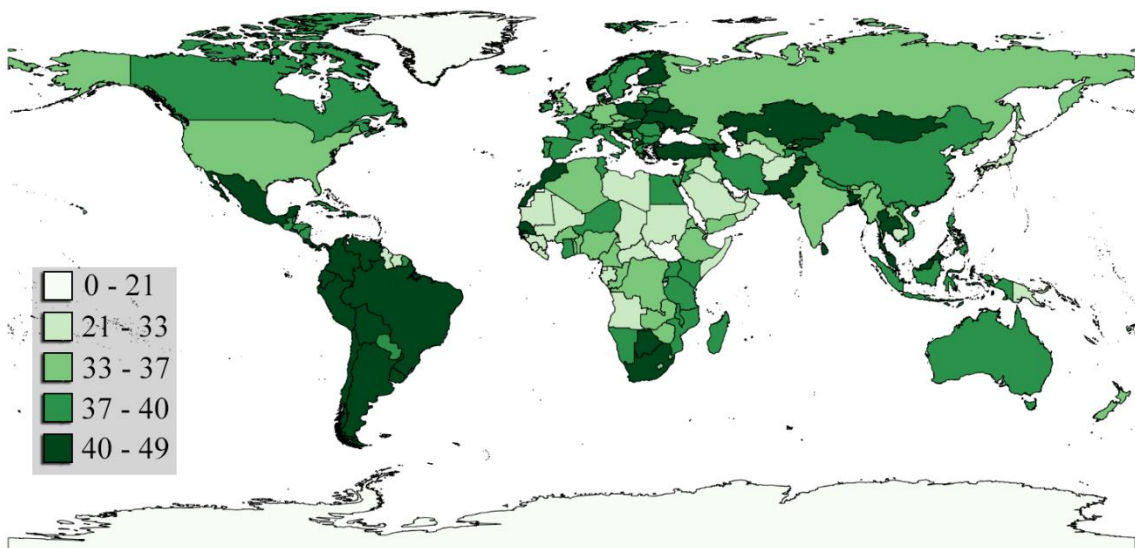
A **42. ábra** látható, hogy a Közel-Kelet és Észak-Afrikai régióban az egészségügyi külső források 1 % körül alakulnak az összes egészségügyi kiadáshoz viszonyítva. Az Európai Unió esetében a mutató 0.01 % körüli értékeket mutat. Az, hogy a külső források részesedésének emelése kedvező-e az adott régió (vagy ország) esetében a helyi államigazgatási struktúrától és hosszútávú politikától függ, ezért a mutató magasabb értéke nem jelent jobb teljesítményt.

A bemutatott változók a Világbank adatbázisának Európai Unió és Közel-Kelet & Észak-Afrika régiók legkevésbé korreláló változói közül kerültek kiválasztásra. A **37. ábra** szerinti különbségek az összes változó alakulásának szuperpozíciójából adódnak. A jelen doktori értekezésnek nem célja az összes változó részletes elemzése, csupán a módszertani fejlesztések megértéséhez szükséges mértékű jellemző példák bemutatása.



42. ábra: Az EU és MEA régiók egészségügyi külső forrásának alakulása

A fenntartható fejlődés tervezése során a helyi gazdasági viszonyok figyelembevétele jelentősen befolyásolja az elérhető fejlesztések hatékonyságát. A földrajzi egységek közötti disszimilitásokat az SDG indikátorok globális adatbázisa alapján is elvégeztem. Az SDG indikátorok globális adatbázisának földrajzi egységenkénti lefedettségét a **43. ábra** mutatja be. Az ábrán az indikátoroknak a száma látható, amelyekre legalább tíz éves időintervallumra érhető el adat.



43. ábra: Az SDG indikátorok globális adatbázisában szereplő adatok elérhetőségének térbeli mintázata

A **43. ábra** egy ország minél sötétebb zöld színnel van ábrázolva, annál több indikátor elégíti ki a fenti feltételeket (≥ 10 adatpont). Hozzáteendő, hogy a legjobb esetben is a lefedettség maximum 20 százalék körüli (49 indikátor a 244-ből), míg az összes földrajzi egységre ez a szám 12 %. Az elérhető adatok számának mediánja 33, amelyet 153 földrajzi egység ér el a 283-ból. Ez százalékban kifejezve azt jelenti, hogy a földrajzi egységek 54,1 %-a rendelkezik legalább 10 évre elérhető adattal 33 indikátorra. 66 olyan földrajzi egység van, amely legalább 20 indikátorra rendelkezik 10 évre adattal, míg azoknak a földrajzi egységeknek a száma 43, ahol nem éri el a 10 indikátort az érték.

Értelemszerűen a különböző SDG-k fontossága (és ezzel összefüggésben a lefedettsége is) régióként eltérő. Példaként említhető a 14. SDG (a tengerek és óceánok védelmével kapcsolatos cél). Azokban az országokban, ahol sem tenger, sem óceán nem található a céllal kapcsolatos indikátorok sem monitorozottak olyan mélységig, mint azokban az országokban, ahol a cél kiemelt prioritással szerepel. Az adathiány némileg orvosolható a különböző földrajzi egységek adatainak körültekintő integrált elemzésével, például azzal, hogy ha egy oksági kapcsolat legalább 20 földrajzi egység esetén kimutatható, akkor kerül csak elfogadásra. A környezetelemzés sikerének (és ezáltal a környezeti politikák, programok és tervek, PPP-k hatékonyságának) elengedhetetlen feltétele a megfelelő minőségű és mennyiségű adat rendelkezésre állása, mivel ezek hiányában a korszerű elemzési módszerek, mint például a korrelációs számítás, érzékenységvizsgálat, irányíthatóság (controlability) stb. nem végezhető el kellő megbízhatósággal [83].

*A 6.1. fejezetben bemutatott átfogó több adatbázis elemzésének eredményei alapján a **negyedik számú tézist** "A nemzeti és/vagy regionális stratégiai környezeti vizsgálatok algoritmizálása során a különböző geográfiai területeken a környezeti-, gazdasági-, és társadalmi összefüggésrendszer eltérő módon viselkedik, ezért a döntéshozatali támogatóeszközöket és modelleket a helyi makrogazdasági viszonyokhoz kell viszonyítani." **igazoltnak tekintem.***

6.2. A fenntartható fejlődési célok ok-okozati elemzése

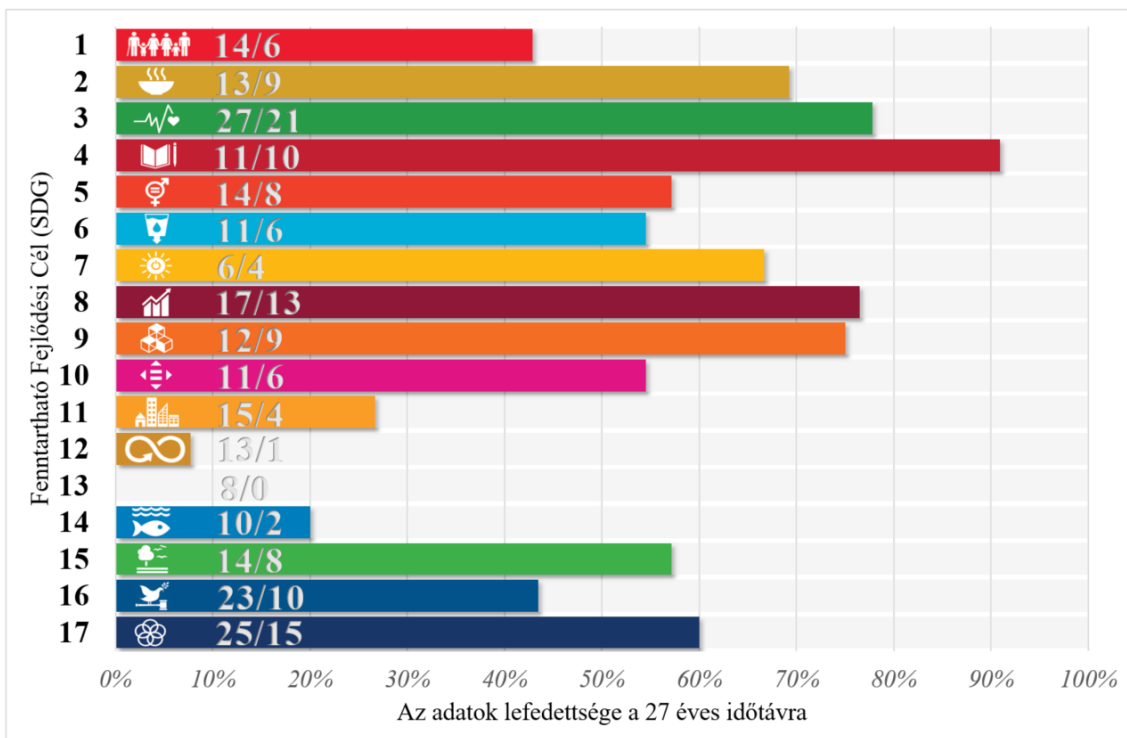
A fenntartható fejlődési célok közötti kapcsolatok modellezése (**6. fejezet**), többrétegű hálózat alapú feltárása és földrajzi elhelyezkedéstől való függésének ismertetése (**6.1. fejezet**) után bemutatok egy módszertani fejlesztést a kapcsolatok jellegének, az ok-okozati meghatározottság feltárására, amelynek segítségével a fenntarthatóság stratégiai tervezése egy még magasabb szinten elégíthető ki.

Cucurachi és Suh [74] megfogalmazta a fenntarthatósági célok és politikák összefüggéseivel kapcsolatos oksági elemzés lehetőségét. Vizsgálatuk során részletes áttekintést nyújtanak az ok-okozati összefüggések feltárására alkalmas technikákról és bemutatták, hogy a módszertan hogyan alkalmazható több környezeti monitoringot érintő kérdés esetében (ilyen például a szén-dioxid kibocsátás a gazdasági növekedés és a közvetlen külföldi befektetések közötti oksági összefüggés [75], vagy a Granger-okozati viszony a jövedelem és a szén-dioxid kibocsátás között, mely oksági összefüggést az USA-ban cáfolták [76] és kimutatták, hogy az energiafelhasználás volt a kibocsátás valódi oka.

Cucurachi és Suh [74] kiemelik, hogy a fenntarthatósági mutatók közötti oksági kapcsolatok feltárásának több kihívása is van. Először is az ilyen technikáknak jelentős adatihány és adathiánya az adatgyűjtés megfigyelési megközelítésének köszönhető, hiszen az éghajlatváltozással, a nagymértékű mezőgazdasági intenzifikációval és az

élőhelyvesztéssel kapcsolatos tematikus mérések hiányosak [77], másodsor pedig vizsgálni kell az ok-okozati feltételezések érvényességét annak érdekében, hogy az indikátorok közötti hibás oksági összefüggéseket elkerüljük [78]. Az ok-okozati összefüggések elemzésére a „Granger kauzalitás”-t [79] használom fel, kiegészítve olyan hálózatelemzési eszközökkel, amelyek lehetővé teszik az egyes hatások kezdetének, átadásának és végének a detektálását [80]. A módszertant a World3 modell elemzésén keresztül validálom [81].

Az ok-okozati összefüggések elemzését a fenntartható fejlődési célokra, alcélokra [23] és indikátorokra [24] végzem el az ENSZ globális SDG indikátorok adatbázisának [82] adatai alapján. Ez az adatbázis kevesebb adatot tartalmaz, mint az értekezés többi fejezetében használt Világbank adatbázis [13], viszont közvetlenül az SDG indikátorokra érhető el adat, nem szükséges az indikátorok változókkal történő kölcsönös megfeleltetése. A globális SDG indikátorok adatbázisában az ENSZ által meghatározott 244 indikátorra található adat (amelyből kilenc indikátor kettő illetve három alcélhoz is hozzárendelésre került). A 244 indikátorra elérhető adat tovább van csoportosítva nemek, korcsoport, és az adatgyűjtés kiterjedése szerint, ezért összesen 801 féle különböző adat található az adatbázisban [82]. Az indikátorok jelölése „CGGTII” struktúrában van megadva, ahol a GG jelöli a célt, a TT az alcélt és az II az indikátort. Például a C171101 jelölésű adat a 17. SDG 11. alcéljához tartozó 1. számú indikátor, „a fejlődő országok és a legkevésbé fejlett országok részesedése a globális exportban (Developing countries’ and least developed countries’ share of global exports)”. Az adatok 1990 és 2017 között érhetőek el éves bontásban [82] (az értekezés korábbi fejezeteiben ezért került a Világbank adatbázisa [13] alkalmazásra, valamint a változók magasabb száma is szempont volt).



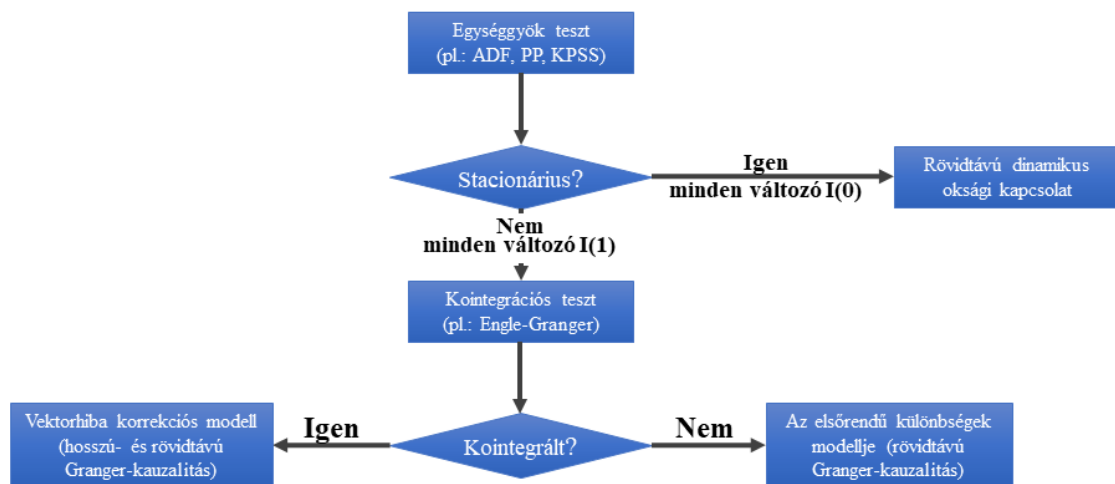
44. ábra: Az SDG globális adatbázis célonkénti lefedettsége

Annak érdekében, hogy az elemzés megbízhatóságát meg lehessen ítélni ez esetben is szükség van az adatbázis lefedettségének bemutatására, amely a **44. ábra** látható. Az *x tengelyén* kerül bemutatásra, hogy az ENSZ eredeti jelentésében [24] meghatározott összes indikátorból az adatbázisban hány indikátorra található adat, míg az *y tengelyen* a fenntartható fejlődési célok szerepelnek.

A **44. ábra** alapján megállapítható, hogy a 4. SDG (oktatással kapcsolatos cél) esetében érhető el a legtöbb indikátorra adat, míg a 13. SDG-re (éghajlatváltozással kapcsolatos cél) egyetlen adat sincs. Érdekesség, hogy a Világbank adatbázisa [13] alapján sem sikerült a cél indikátoraihoz egyértelműen változót rendelni, így a 13. SDG jellemzése csak a Világbank változóinak indirekt módon történő bővített hozzákapcsolásával lehetséges.

Az oksági elemzést végezhetjük egyetlen ország sajátosságainak feltárására is, azonban a **6.1. fejezethez** hasonlóan ebben az esetben is több földrajzi egység vizsgálatát végeztem el annak érdekében, hogy a módszertanban rejlő lehetőségek teljeskörűen bemutatásra kerüljenek. Az SDG-k globális adatbázisában [82] az adatok hasonlóan földrajzi egységenként is elérhetőek, mint a Világbank adatbázisa esetében [13], azonban ebben az esetben 283 különböző földrajzi egységre érhetőek el az indikátorok adatai.

A kauzalitás-elemzés esetében a megfelelő modell kiválasztása döntő fontosságú annak érdekében, hogy a tényleges ok-okozati összefüggések kerüljenek meghatározásra. A modell kiválasztását a **45. ábra** mutatja be.



45. ábra: A megfelelő kauzalitás-elemzési modell kiválasztásának döntési algoritmus

A **45. ábra** szerinti algoritmus első lépése az egységgyök próba (unit root test), amely lehet például Augmented Dickey-Fuller (ADF) [84], Phillips-Perron (PP) [85], Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) [86] próba. Ennek elsődleges célja a mutatók stacionaritásának vizsgálata. Ha az összes változó az I(1) sorrendben integrált, akkor kointegrációs tesztet kell végezni (például Engle-Granger [87]), a kointegrációs vektor meghatározása céljából. Ha a változók kointegráltak, akkor a vektorhiba korrekciós modellt úgy kell becsülni, hogy mind a hosszútávú [88], mind a rövidtávú Granger kauzalitást [89] meghatározza. Mindazonáltal az aggregáció okozta hamis Granger-kauszalításokat kerülni kell, amelyet például a Rajaguru és Abeysinghe által javasolt jelszabály alkalmazásával lehet kivitelezni [90].

Amennyiben a változók nem stacionáriusak és nem is integráltak akkor alsórendű különbségmodellt alkalmazásával kell a rövidtávú Granger-kausalitás becslését végezni a változók között. Az aggregáció okozta hiba figyelembevétele ez esetben is fontos [91]. Ha minden változó stacionárius (I(0)), akkor rövidtávú dinamikus oksági összefüggést kell felírni.

A Granger kausalitás, mint kétváltozós eljárás kerül bemutatásra, azonban a technika átültethető többváltozós esetre is. Az ok-okozati kapcsolatok azonosítása céljából a „Barnett and Seth” eszközt használtam fel [92]. Hozzáteendő, hogy a drasztikus adathiány miatt a fejlett elemző eszközök általában nem használhatók.

Általánosságban a Granger-kausalitás a változók predikcióján alapuló ok-okozati összefüggések mérőszáma [93], amelynek megfogalmazása érdekében vegyünk egy kétváltozós idősort u_1, u_2, \dots, u_m , ahol minden esetben t az idő u_t pedig egy valós értékű vektor, így felírható, hogy $u_t = [x_t y_t]^T$.

Az x változót az y változó okozza ha az x -et pontosabban lehet becsülni az összes rendelkezésre álló információ felhasználásával, mint ha az y -től eltérő információkat használnánk. Matematikailag ez sztochasztikus folyamatok lineáris regresszióan alapuló modellezését jelenti. A kétváltozós autoregresszív modell (AR) az alábbi egyenletek szerint fogalmazható meg, annak megfelelően, hogy az y változót tartalmazza-e a predikció vagy sem (**12. egyenlet**):

$$x_t = \sum_{i=1}^p a_i x_{t-i} + \varepsilon_x$$

$$x_t = \sum_{i=1}^p a_i x_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j y_{t-j} + \varepsilon_{x|y}$$

12. egyenlet: Autóregresszív (AR) modellegyenletek

Ahol:

a_i, b_j – Modellparaméter

p, q – a hozzárendelt változók

$\varepsilon_x, \varepsilon_{x|y}$ – nem megbecsülhető hiba

Az eredeti Granger-kausalitás fix késleltetés hosszokkal ($p = q$) került kialakításra [93], melyet Hsiao fejlesztett tovább flexibilis késleltetés-hosszok alkalmazására ($p \neq q$) [94]. Amennyiben y változó Granger okozza x változót, a modellhiba az alábbiképp írható fel (**13. egyenlet**):

$$\sigma^2(\varepsilon_x) > \sigma^2(\varepsilon_{x|y})$$

13. egyenlet: A modell hiba

Ahol:

$\sigma^2(\varepsilon_x), \sigma^2(\varepsilon_{x|y})$ – a hiba varianciája

A **13. egyenlet** szerint látható, hogy az x változó előre jelezhetősége sokkal pontosabb, ha a y változó hisztorikus adatait is figyelembe vesszük. A Granger-oksági kapcsolat szignifikanciájára gyakorta alkalmazzák a G-kauzalitási indexet [95] annak érdekében, hogy az eredmények számszerűsíthetők legyenek. Az indexet formálisan a **14. egyenlet** mutatja be.

$$F_{y \rightarrow x} = \ln \frac{\sigma^2(\varepsilon_x)}{\sigma^2(\varepsilon_{x|y})}$$

14. egyenlet: G-kauzalitási index

Annak érdekében, hogy a legjobban illeszkedő modellt lehessen alkalmazni és ezáltal elkerülhető legyen a nem valós ok-okozati összefüggések feltárása a Bayes információs kritérium (Bayesian Information Criterion; BIC) – amelyet Schwarz kritériumnak is neveznek – felírása célravezető [96] (**15. egyenlet**).

$$BIC_{AR} = \left(\frac{\sigma^2(\varepsilon_x)}{m} \right) \cdot m^{\left(\frac{p+1}{m} \right)}$$

$$BIC_{TF} = \left(\frac{\sigma^2(\varepsilon_{x|y})}{m} \right) \cdot m^{\left(\frac{p+q+1}{m} \right)}$$

15. egyenlet: A Bayes Információs Kritérium

A BIC alapján legjobban illeszkedő modell meghatározását követően a kölcsönhatás szignifikanciája F-statisztikával számolható, amelyet a **16. egyenlet** mutat be Atukeren munkája nyomán [97].

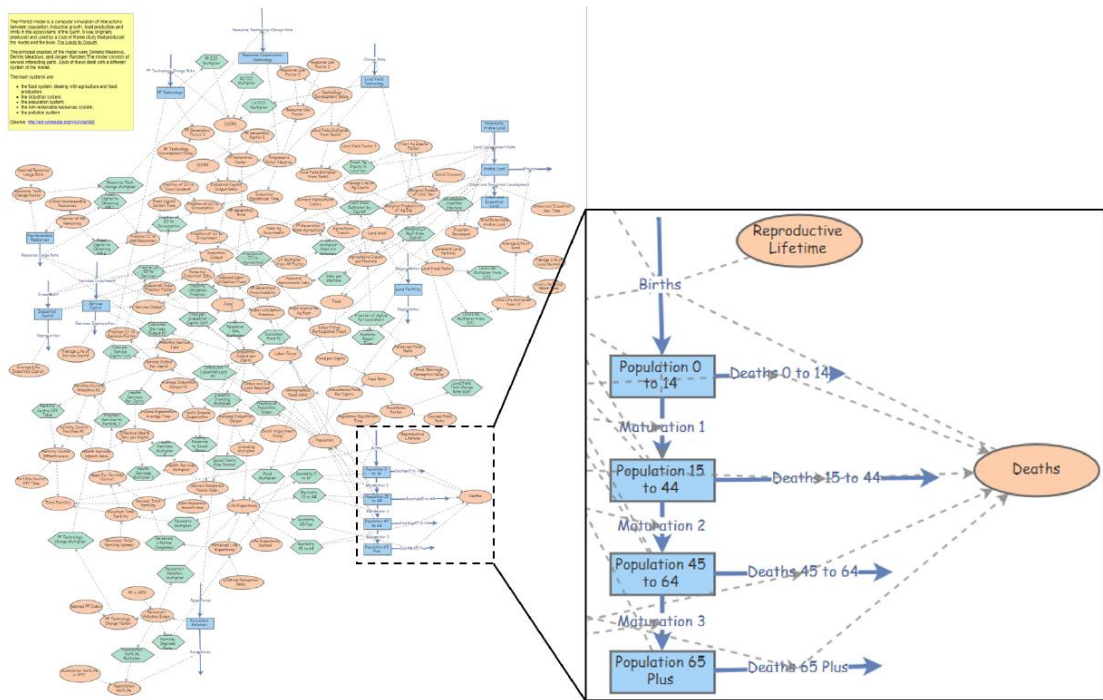
$$F_{y \rightarrow x} = \frac{\frac{\sigma^2(\varepsilon_x) - \sigma^2(\varepsilon_{x|y})}{q}}{\frac{\sigma^2(\varepsilon_{x|y})}{m - p - 1}}$$

16. egyenlet: F-próba

A hagyományos F-próba esetében a korlátozások statisztikai érvényessége a számított F-érték és a meghatározott szignifikancia szinthez viszonyított F-érték összehasonlítása alapján állítható elő. Amennyiben az F-érték adott szignifikancia szint mellett a kritikus érték alatt található, úgy az oksági összefüggést (hipotézist) el kell vetni. A kritikus érték meghatározása az F kumulatív eloszlásfüggvényének inverzével írható fel, a megfelelő szabadságfokok mellett.

A Granger-kauzalitás egyik fő előnye a linearitás, amelynek köszönhetően a megvalósítás könnyű és a számítási kapacitásigény nem jelentős [98]. Nemlineáris folyamatok esetében nemlineáris Granger-kauzalitás számítást kell alkalmazni [99]. Az azonosított ok-okozati összefüggéseket hálózat formában reprezentálok annak érdekében, hogy a komplex hatások és összekapcsolt relációs rendszerek áttekinthetők legyenek. Az oksági összefüggéseket minimális reprezentációval vizualizálok, hogy a redundáns kapcsolatok ne kerüljenek bemutatásra.

Annak érdekében, hogy a Granger-kauszalitás módszertan igazolható legyen, a World3 modellt használok fel [81]. A modell folyamatábráját a **46. ábra** mutatja be, ahol az erőforrások (készletek), változók és átalakítók, kék, narancs és zöld színű blokkokban találhatók, míg a különböző áramok és matematikai kapcsolatok kék, illetve szaggatott szürke színnel vannak megjelenítve. A modell online változatával végeztem szimulációt, így előállítva az adatkészletet az oksági elemzéshez [81]. A meghatározott összefüggések – és ezen keresztül a módszertan – úgy validálhatók, ha összevetjük a modell eredeti szerkezetével.

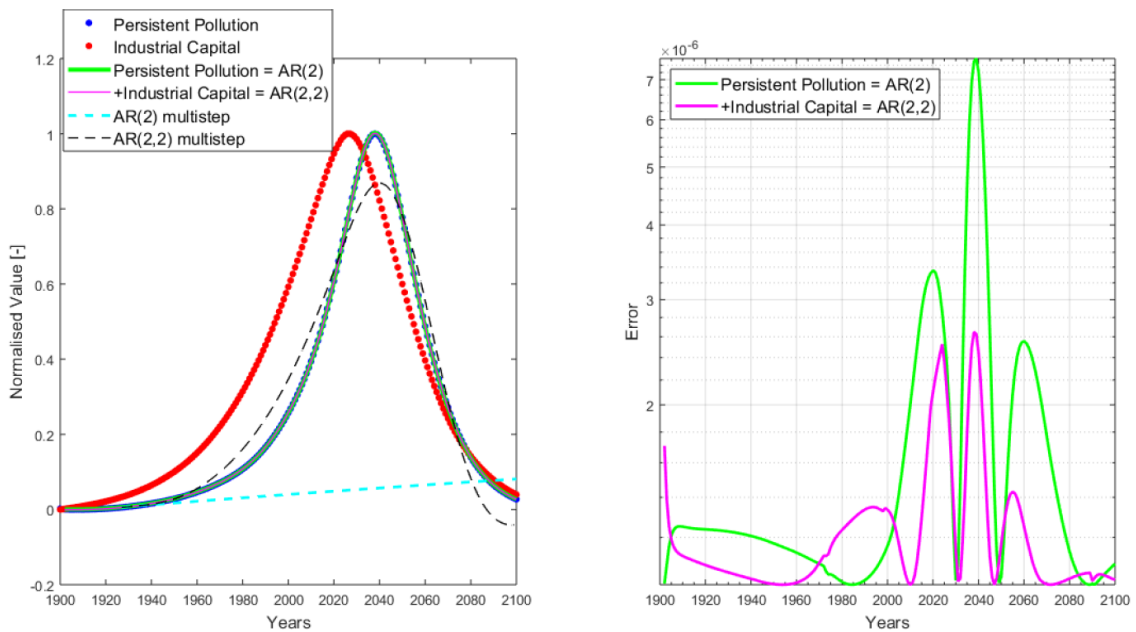


46. ábra: A World3 modell folyamatváza

A World3 modell online felületén [81] 1990-től 2100-ig végeztem szimulációt (201 éves adatsor), melynek éves eredményeit lementettem. A **15. egyenlet** alapján a paramétereket a legkisebb négyzetek módszerével meghatároztam két időlépcsőre mind az ok és okozat változókra a legnagyobb késleltetéshossz mellett, majd különböző idő késleltetésekre a legjobb illeszkedésű modellt a **15. egyenlet** alapján határoztam meg.

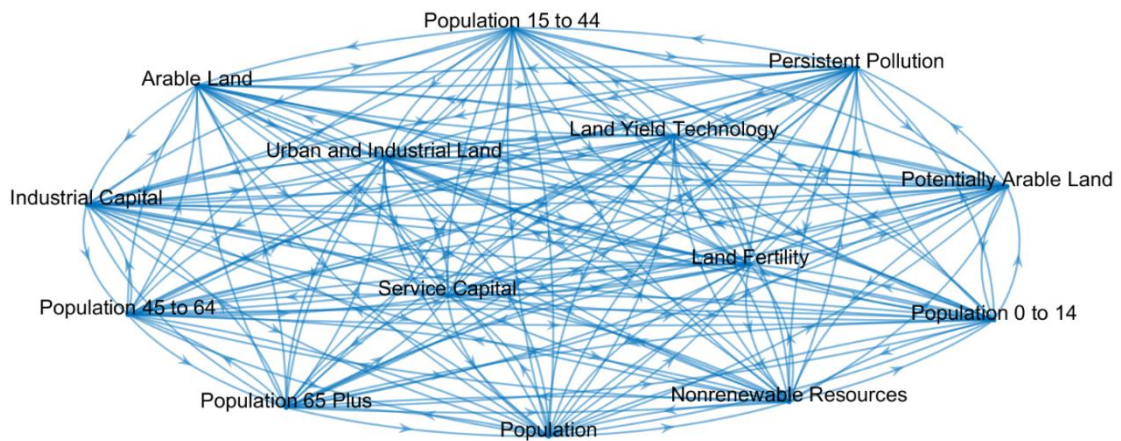
A módszer becslési eredményét a **47. ábra** mutatja be. A predikció és az oksági elemzés céljából az ipari tőke (industrial capital) és a perzisztens szennyezés (persistent pollution) változókat választottam ki. A baloldalon látható, az ipari tőke csúcsa és a szennyezés csúcsa között eltelik valamennyi idő, ezért valamilyen ok-okozati összefüggésben állhatnak egymással. Filozófiai szempontból könnyen igazolható, hogy az ipari folyamatok okozzák a szennyezést, de ez esetben az időbeli eltolás is ezt támasztja alá. Így megvizsgáltam, hogy az ipari tőke granger okozza-e a tartós szennyezést vagy sem. Egylépéses predikcióval a szennyezés adatait felhasználva két időkésleltetéssel (AR(2)) és (AR(2, 2)) mind az okozó és mind az okozott változó értékét pontosan becsüli a modell a következő időlépcsőre.

Mindazonáltal, ha a modell hibáját is ábrázoljuk (**47. ábra** jobb oldali diagram) és a többlépéses predikciót is, akkor jól látható, hogy a kiegészítő változó figyelembevételével az előrebecslés pontossága jelentősen nőtt, valamint a modell hibája csökkent.



47. ábra: A becsült ok és okozati változók

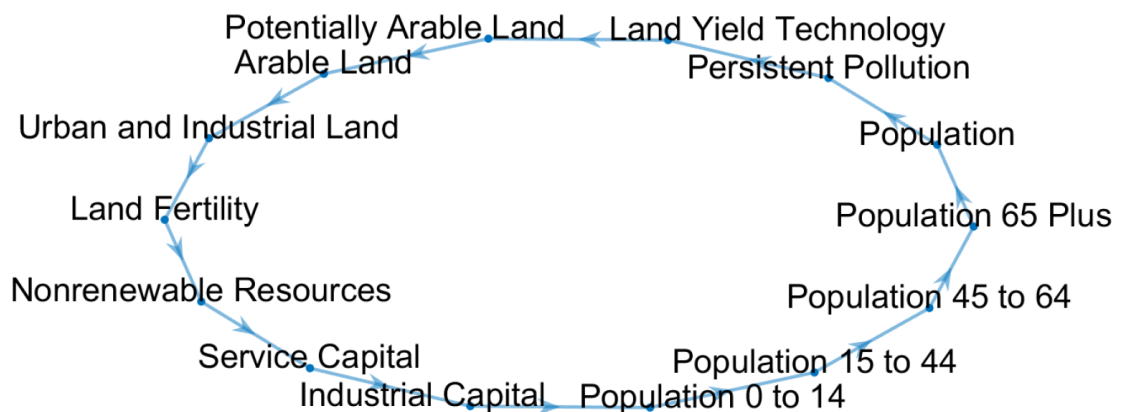
A modell esetében a kritikus F-értéket az F-próba alkalmazásával határoztam meg egy 5%-os szignifikancia szint mellett. Az így azonosított kapcsolatokat egy irányított hálózaton ábrázoltam, melyet a **48. ábra** szemléltet.



48. ábra: A World3 modell jelentősebb ok-okozati összefüggéseinek irányított háló alapú reprezentációja

A különböző változók kereszthatása jól megfigyelhető a **48. ábra**, valamint az oksági elemzésen keresztül feltárt struktúra jó egyezést mutat az eredeti modell szerkezetével. A **48. ábra** hálózatát egyszerűsíthetjük tranzitív redukcióval, amely egy olyan élcsoökkentő művelet, ahol az eredeti hálózat redukált formája egy olyan irányított gráf, amely ugyanolyan elérhetőségi viszonyokkal rendelkezik, mint az eredeti.

A tranzitív redukcióval egyszerűsített hálót a **49. ábra** mutatja be, ahol az eredeti World3 modellel történő hasonlóságot (**46. ábra** nagyított részlet) az ábra jobb oldalán elhelyezkedő különböző korcsoportok közötti összefüggés támasztja alá.



49. ábra: A redukált hálózat, mint az "okság áramlása"

Mivel a jelen fejezetben az SDG Globális adatbázist elemzem, ezért a kauzalitás elemzés előtt ismertetem az adatbázis korreláció alapú összefüggéseinek eredményeit is, hogy a kapcsolatok több szinten összehasonlíthatók legyenek. A korreláció nem jelent kauzalitást, valamint a Granger-kauszalitás meghatározása független a korreláció elemzéstől.

A korreláció alapú hálózat előállításakor $p = 0.001$ szignifikancia szint mellett az $\rho > 0.99$ korrelációs koefficienssel rendelkező kapcsolatokat vettem figyelembe, ahol az élek a korreláció szerinti súlyozással szerepelnek. A vizsgálat eredményeit minimum feszítőfa hálón ábrázoltam (**50. ábra**), amely az eredeti kapcsolatok egy olyan részhalma, amely összekapcsolja az összes csomópontot ciklusok nélkül, a legkisebb élsúllyal. A minimum feszítőfa háló Prim-algoritmussal került előállításra [100]. Az ábrázolásmód egyik előnye, hogy a hálózatban jól láthatók azok a változó klaszterek, amelyek dinamikája szorosan összefügg.

A korreláció alapú elemzés alapján azonosított legfontosabb összefüggéseket a **12. táblázat** tartalmazza. Többszörös erős korreláció tapasztalható a Fejlődő országok és legkevésbé fejlett országok részesedése a globális exportból („Developing countries’ and least developed countries’ share of global exports”; Indicator ID: C171101) mutató esetében, ezért kiemelkedően alkalmas a globális jólét vagy fenntarthatóság, mint hajtóerő monitorozására.

Többek között erősen összefügg a „Szén-dioxid kibocsájtás egységnyi hozzáadott értékre („CO2 emission per unit of value added”; Indicator ID: C090401)”, a „Gyártás hozzáadott értéke, mint a GDP részaránya és fejenként („Manufacturing value added as a proportion of GDP and per capita”; Indicator ID: C090201)” és a „hazai anyagfelhasználás, hazai fejenkénti anyagfelhasználás és hazai anyagfehasználás és GDP aránya („Domestic material consumption, domestic material consumption per capita, and domestic material consumption per GDP”; Indicator ID: C200203)”. Ez alapján megállapítható, hogy a gyártással kapcsolatos indikátorok erősen kapcsolódnak a fejlődő országokhoz.



50. ábra: Az SDG Globális adatbázis feszítőfa háló korreláció alapú reprezentációja

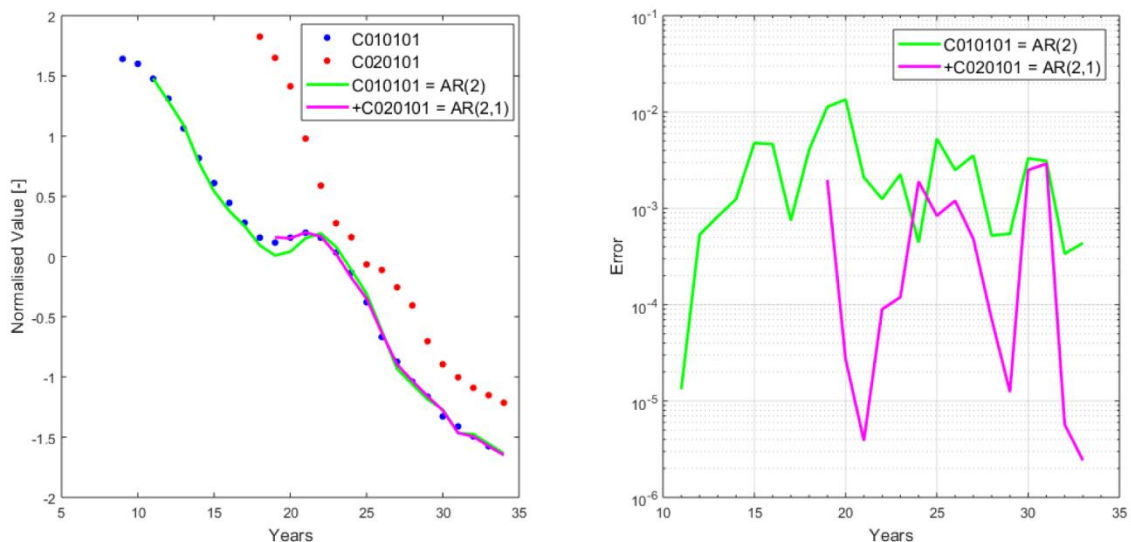
12. táblázat: A legmagasabb korrelációs együtthatóval rendelkező indikátorpárok

Indikátor kódja	Megnevezés	Indikátor kódja	Megnevezés
C060b01	A helyi közigazgatási egységek aránya a helyi közösségek vízi és higiéniai menedzsmentben való részvételével kialakított és működtetett politikákkal és eljárásokkal	C171601	Azon országok száma, amelyek előrehaladást jeleznek a több érdekelt felek fejlesztési hatékonyságát felügyelő keretrendszerekben és támogatják a fenntartható fejlődés célkitűzéseinek elérését
C171101	A fejlődő országok és a legkevésbé fejlett országok aránya a globális exportban	C090201	Gyártás hozzáadott értéke, mint a GDP részaránya és fejenként
C171101	A fejlődő országok és a legkevésbé fejlett országok aránya a globális exportban	C090401	CO ₂ kibocsájtás egységnyi hozzáadott értékre vetítve
C171001	Világszerte súlyozott díjszabási átlag	C170901	A pénzügyi és technikai segítségnyújtás (ideértve az észak-déli, a dél-déli és a háromoldalú együttműködést is) dollár értéke a fejlődő országokkal szemben
C200203	Hazai anyagfelhasználás, hazai fejenkénti anyagfelhasználás és hazai anyagfelhasználás és GDP aránya	C171101	A fejlődő országok és a legkevésbé fejlett országok aránya a globális exportban

A Granger kauzalitás elemzés által feltárt kapcsolatokat a világ egészére mutatom be, valamint azokat az eseteket, amelyek az SDG Globális adatbázis 283 különböző földrajzi egységéből legalább 20 esetben kimutatható.

A World3 modell esetében bemutatott illesztett modellt elkészítettem az SDG Globális adatbázis hisztorikus adadaira is. Azokat az indikátorokat választottam ki, amelyekre legalább 10 évre érhető el adat. A modell eredményeit a **51. ábra** mutatja be, amelyben példaként azt vizsgálom, hogy a "A szegénységi küszöb alatti népesség aránya nemek, életkor, foglalkozási státusz és földrajzi fekvés, városi / vidéki (Proportion of population below the international poverty line, by sex, age, employment status and geographical location, urban/rural; Indicator ID: C020101)" Granger okozza-e az "Alultápláltság előfordulása (Prevalence of undernourishment; Indicator ID: C010101)" mutatót. Más szavakkal megfogalmazva, a szegénység okozza az alultápláltságot.

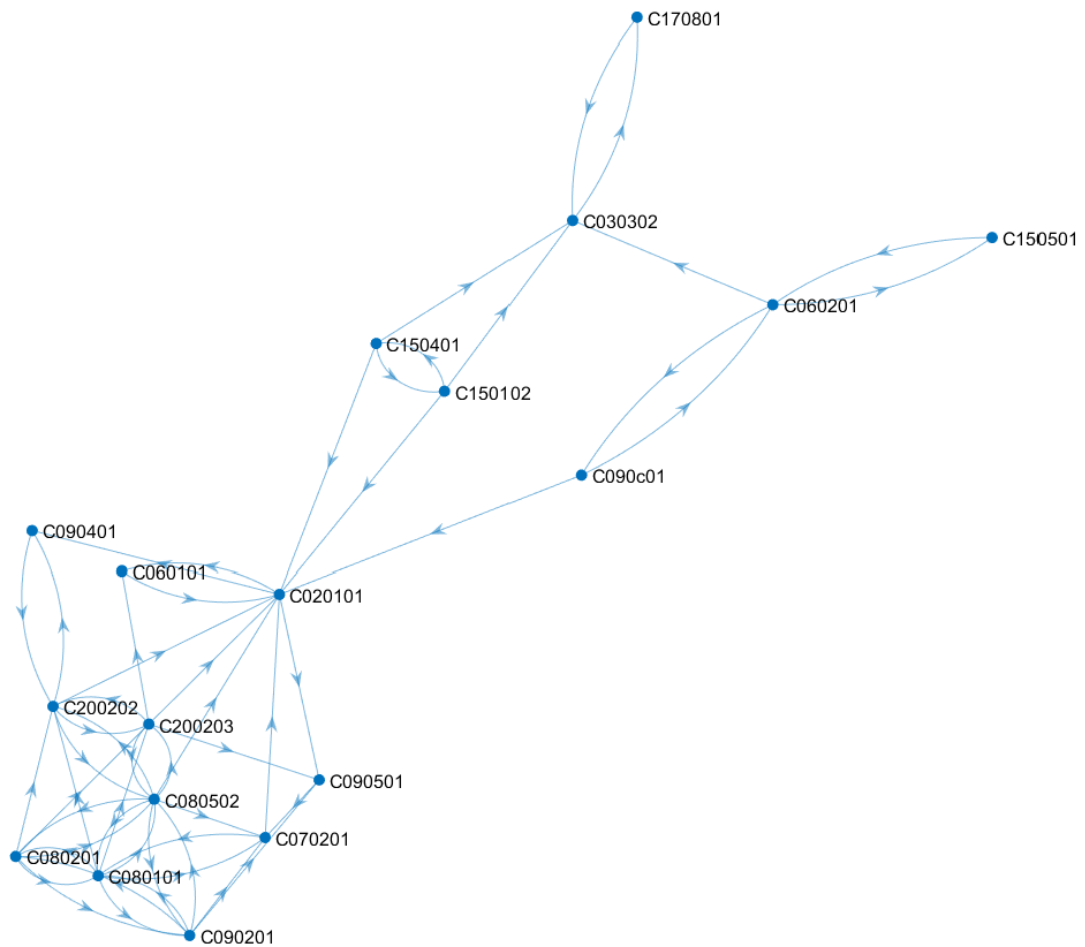
A legkisebb négyzetek módszerével készített modell eredményeit az **51. ábra** mutatja be. Az **51. ábra** bal oldalán az indikátorok normalizált értékének idősoros fejlődését és a modell eredményeit mutatom be, a jobb oldali diagramon pedig a modell hiba látható.



51. ábra: A szegénység és alultápláltság összefüggése

A **51. ábra** bal oldali diagramján jól látható, hogy a szegénység és az alultápláltság közötti ok-sági összefüggés kimutatható a módszertan alkalmazásával. A Granger kauzalitás elemzésének összes jelentős azonosított ok-okozati összefüggését hálózat formában is ábrázolhatjuk, amelyet a Világ egészére vonatkozó adatkészlet esetében az **52. ábra** szemléltet.

A hálózat alapú vizualizáció fő előnye, hogy az egymással összefüggő változók és változó csoportok is egyben láthatók, ezáltal az SKV kimenetéhez szükséges tematikus környezeti politikai intézkedések célzott implementálását segíti elő.



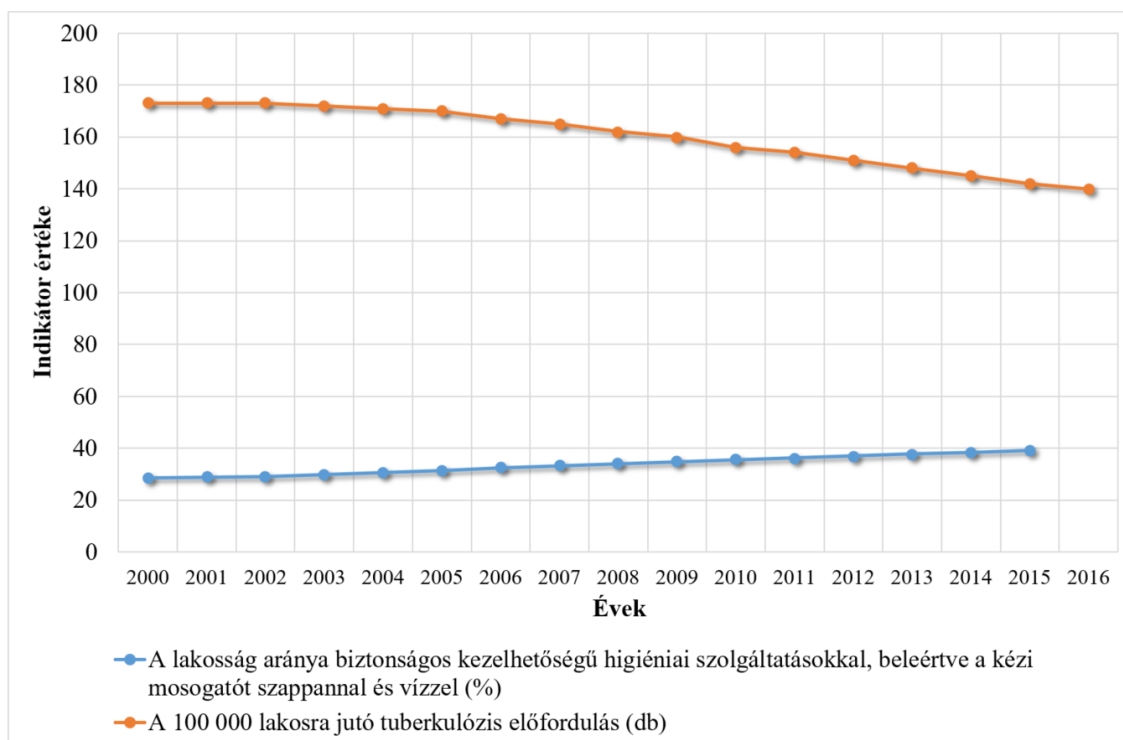
52. ábra: A Granger ok-okozati összefüggések hálózatalapú reprezentációja a Világ egészére

A Világ egészére vonatkozó legfontosabb oksági összefüggéseket a **13. táblázat** tartalmazza. A „lakosság aránya biztonságos kezelhetőségű higiéniai szolgáltatásokkal, beleértve a kézi mosogatót szappannal és vízzel (Proportion of population using safely managed sanitation services, including a hand-washing facility with soap and water; Indicator ID: C060201)” és „A 100 000 lakosra jutó tuberkulózis előfordulás (Tuberculosis incidence per 100,000 population; Indicator ID: C030302)” között azonosított oksági összefüggés felhívja a figyelmet a tuberkulózis terjedésének megállításával kapcsolatos egészségügyi ellátás fontosságára. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 2017-es „Global Tuberculosis Report” jelentésében megállapítja, hogy a fejlődő országokban a halálesetek több mint 95 %-a, valamint Indiában, Kínában, Indonéziában, Pakisztánban és a Fülöp-Szigeteken a halálesetek több mint 50 %-a annak a ténynek tudható be, hogy elégtelenek a vízzel és szennyvízzel kapcsolatos erőforrások, valamint a tuberkulózis magas arányban fordul elő [101]. A jelentésben foglaltak megerősítik a módszertannal is azonosított ok-okozati kapcsolatot. A fenntartható fejlődési célok elérése érdekében szükséges megteendő lépések tervezése során a Granger kauzalitással feltárt oksági összefüggéseket összevetve a szakértői tudással egy olyan hatékony eszközt kapunk, amely lehetővé teszi, hogy a jövőben olyan aspektusok is megjelenjenek a PPP-kben, amelyek eddig alulreprezentáltak számítottak.

13. táblázat: A Világ egészére vonatkozó kauzalitás elemzés által azonosított legfontosabb indikátorpárok

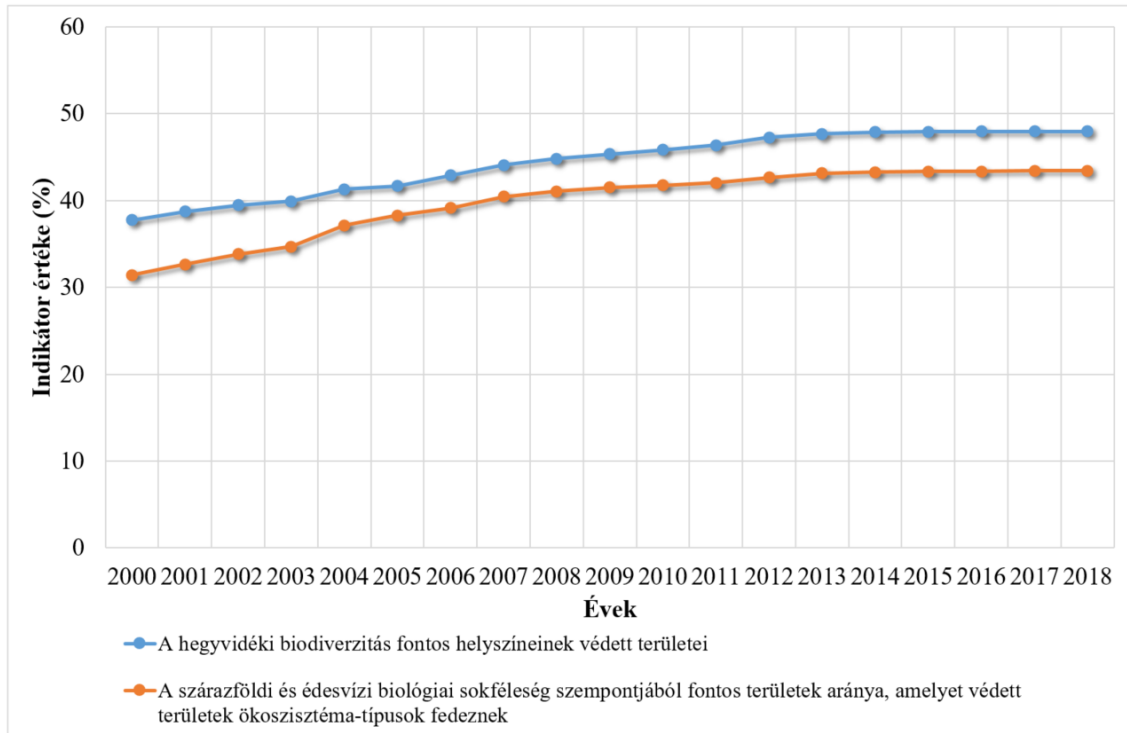
Indikátor kódja	Az ok indikátor megnevezése	Indikátor kódja	A hatás indikátor megnevezése
C060201	A lakosság aránya biztonságos kezelhetőségű higiéniai szolgáltatásokkal, beleértve a kézi mosogatót szappannal és vízzel	C030302	A 100 000 lakosra jutó tuberkulózis előfordulás
C090201	Gyártás hozzáadott értéke, mint a GDP részaránya és fejenként	C080101	Az egy főre eső reál GDP növekedési üteme
C150401	A hegyvidéki biodiverzitás fontos helyszíneinek védett területei	C150102	A szárazföldi és édesvízi biológiai sokféleség szempontjából fontos területek aránya, amelyet védett területek ökoszisztéma-típusok fedeznek
C200202	Anyagi lábnyom, az egy főre jutó anyaglábnyom és az anyagi lábnyom GDP-re vetítve	C090401	CO ₂ kibocsátás egységnyi hozzáadott értékre vetítve
C200203	Hazai anyagfelhasználás, hazai fejenkénti anyagfelhasználás és hazai anyagfelhasználás és GDP aránya	C200202	Anyagi lábnyom, az egy főre jutó anyaglábnyom és az anyagi lábnyom GDP-re vetítve

A 13. táblázat szereplő indikátorpárok értékeinek alakulására mutat be példát az 53. ábra és 54. ábra.



53. ábra: A lakosság higiéniai szolgáltatásokhoz történő hozzáférése és a tuberkulózis előfordulásának összefüggése

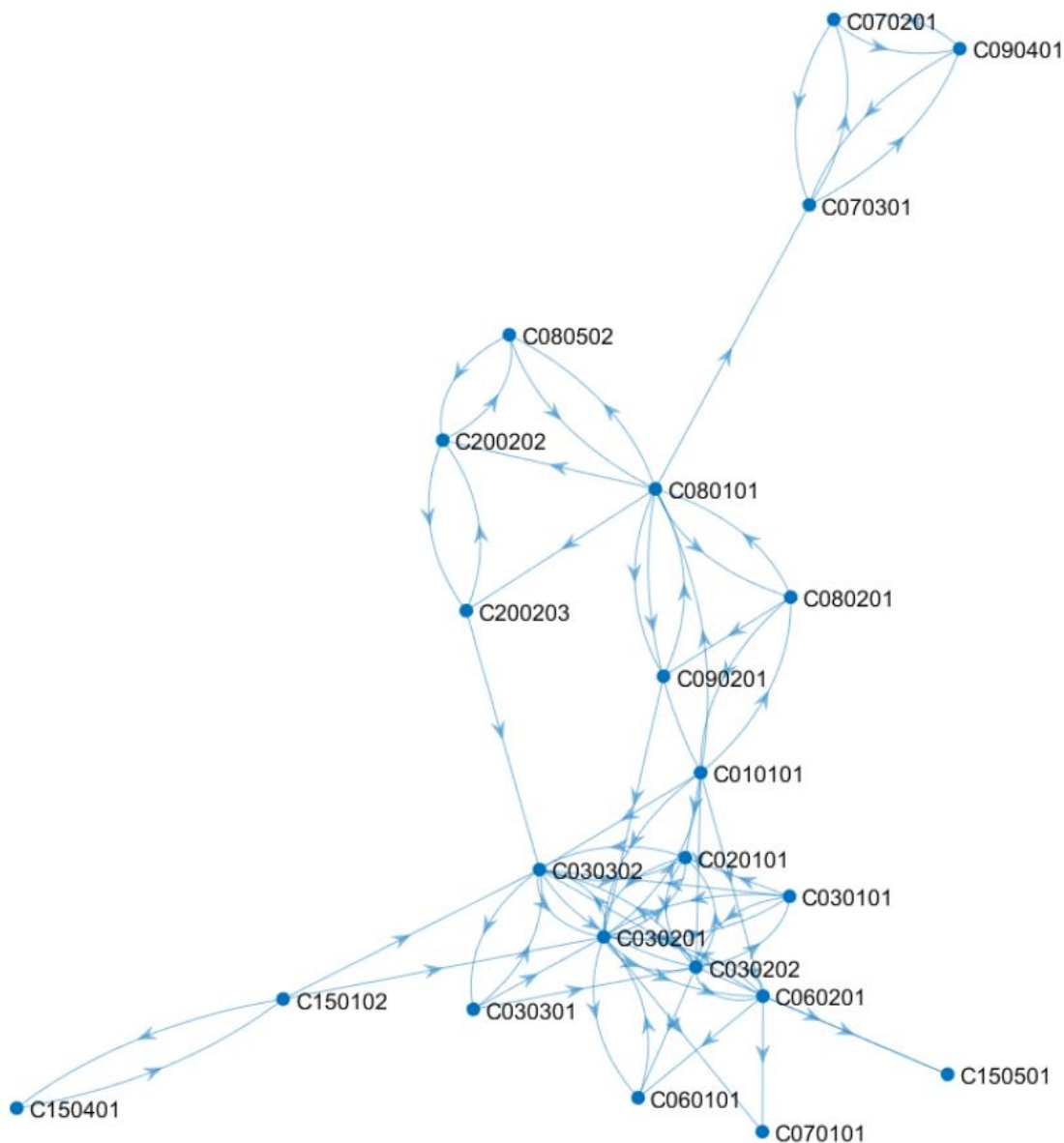
Az **53. ábra** látható, hogy a 100 000 lakosra vetített tuberkulózis előfordulása csökkenő értéket mutat, míg a biztonságos higiéniai szolgáltatáshoz hozzáférő lakosság aránya növekszik. A két változó közötti összefüggést a Lancet tanulmánya is megerősítette [115]. A két mutató között feltárt kapcsolat alapján az okozó indikátor (a higiéniai hozzáférés) értékének javításával az okozati indikátor (tuberkulózis előfordulás) értéke csökkenthető.



54. ábra: A hegyvidéki biodiverzitás védett területeinek és az édesvízi területek közötti összefüggés

Az **54. ábra** a hegyvidéki védett területek és az édesvízi védett területek összefüggéseit mutatja be. A különböző védett fajok elterjedését célzó intézkedések leghatékonyabb módja a területi védettség [116]. A két mutató közötti szoros összefüggés oka, hogy a hegyvidéki területek között is található olyanok, amelyek a vízi (vagy éppen a szárazföldi) ökoszisztémák élőhelyei, ezért a biodiverzitás csökkenésének egyik lehetséges megoldása a védett területek arányának a növelése.

Mivel a Világ egészére vonatkozó adatbázis rendkívül „ritka” – azaz az egyes indikátorok esetében kevés évre érhető el adat – ezért a regionális ingadozások kiküszöbölése céljából az elemzést elvégeztem az összes 283 különböző földrajzi egységre és az oksági kapcsolatok közül azokat fogadtam el, amelyek legalább 20 régióban megtalálhatók. legjelentősebb kauzalitások azonosítása érdekében a kezdeti F kritikus értéket háromszorosára ($p = 0,15$) növeltem. Az így azonosított oksági kapcsolatokat az **55. ábra** mutatja be. A legfontosabb ok-okozati meghatározottságban lévő indikátorpárok a **14. táblázat** találhatóak.



55. ábra: A legalább 20 földrajzi egységben azonosított ok-okozati összefüggések hálózat alapú reprezentációja

A megnövelt megbízhatósági küszöbérték alapján azonosított legjelentősebb oksági meghatározottságok (**14. táblázat**) közül az első három a higiénia, halandóság és betegség mutatóinak kapcsolatai.

Mivel a kauzalitás elemzés eredményeit hálózat formában vizualizálom, így a legfontosabb csomópontok centralitás elemzéssel (ez elérhető csomópontok kumulált inverz távolságösszegével) meghatározhatók. Azok a csomópontok (indikátorok), amelyek a centralitás érték szerint kiemelkedőek, a PPP-k tervezése során is kulcstényezőkként kell, hogy szerepeljenek, mivel ezek az indikátorok határozzák meg leginkább a fenntartható fejlődési célok elérését.

14. táblázat: A legfontosabb ok-okozati kapcsolatok, amelyek az SDG Globális adatbázisában legalább 20 különböző területen azonosíthatók

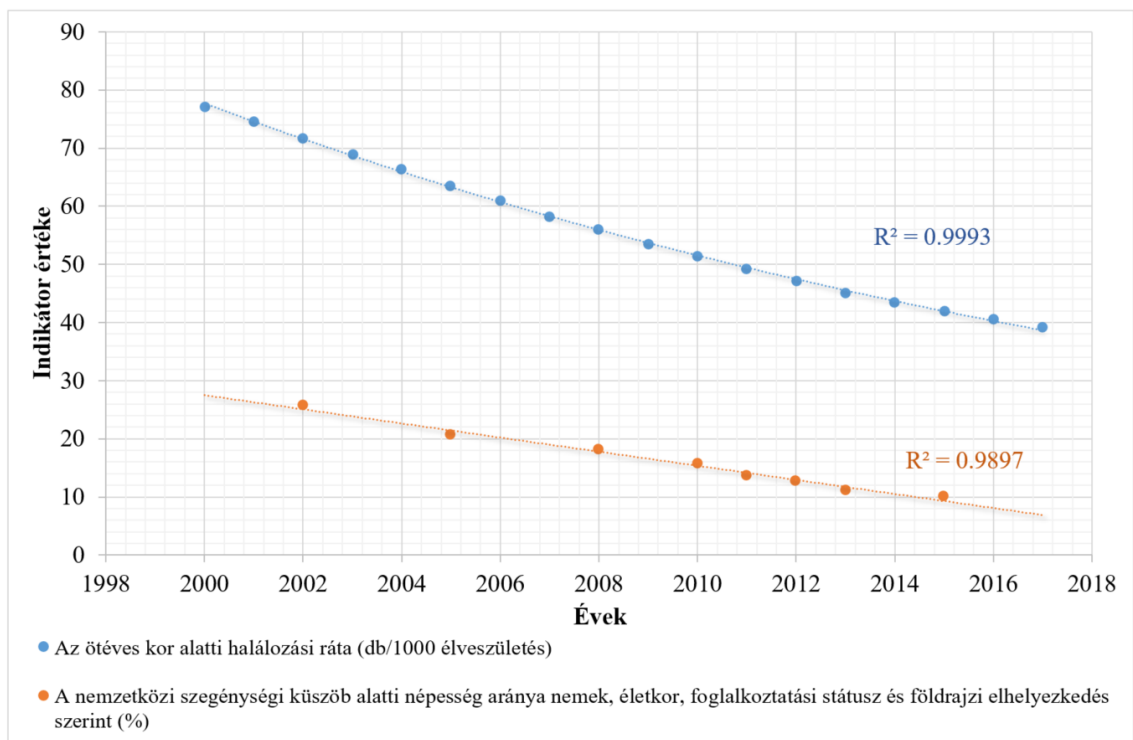
Indikátor kódja	Az ok indikátor megnevezése	Indikátor kódja	A hatás indikátor megnevezése
C030201	Az ötéves kor alatti halálozási ráta	C010101	A nemzetközi szegénységi küszöb alatti népesség aránya nemek, életkor, foglalkoztatási státusz és földrajzi elhelyezkedés szerint (városi / vidéki)
C030302	A 100 000 lakosra jutó tuberkulózis előfordulás	C020101	Az alultápláltság előfordulása
C060201	A lakosság aránya biztonságos kezelhetőségű higiéniai szolgáltatásokkal, beleértve a kézi mosogatót szappannal és vízzel	C030201	Az ötéves kor alatti halálozási ráta
C070201	A megújuló energia aránya az összes végső energiafogyasztásban	C090401	CO ₂ kibocsátás egységnyi hozzáadott értékre vetítve
C070301	Az energiaintenzitás az primer energia és a GDP alapján mérve	C070201	A megújuló energia aránya az összes végső energiafogyasztásban

A **14. táblázat** olyan indikátorpárok találhatóak, amelyek legalább 20 földrajzi egység esetében ok-okozati kapcsolatban vannak. Az indikátorpárok idősoros alakulása földrajzi egységenként eltérő, ezért az összefüggések minőségi elemzésére a Világ egészére vonatkozó adatsor példáit használom fel.

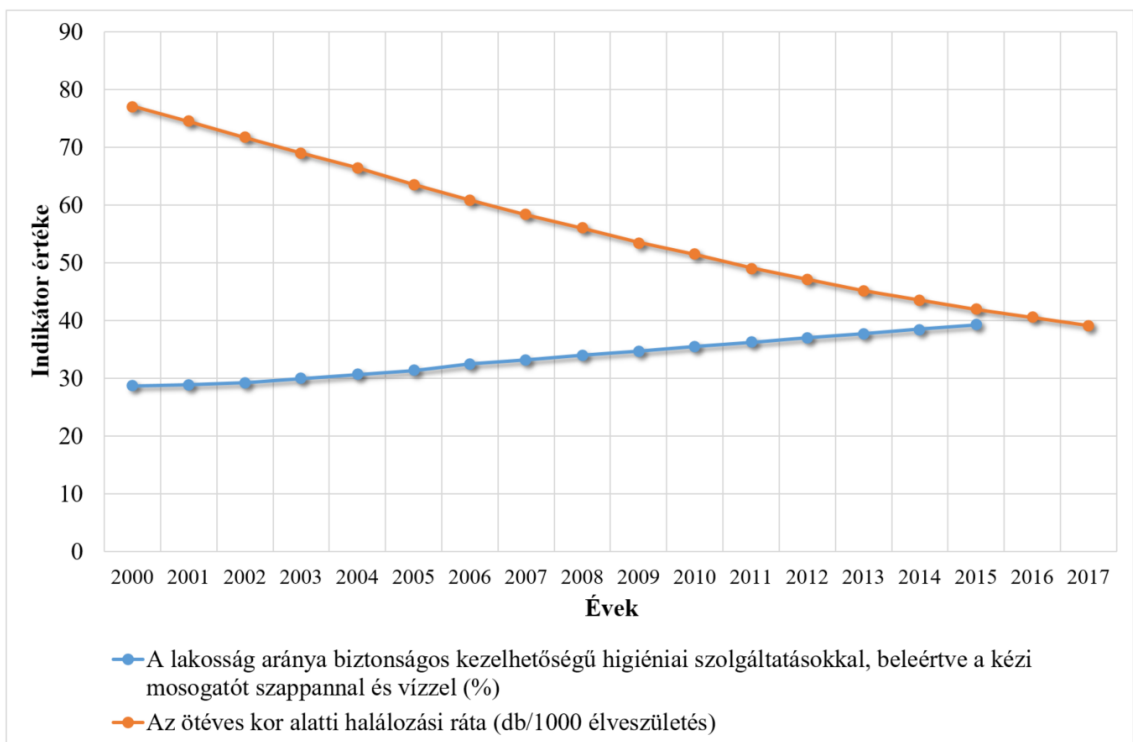
Az ötéves kör alatti halálozás és a szegénységi küszöb alatti népesség aránya indikátorok idősoros változását az **56. ábra** mutatja be.

Az **56. ábra** látható, hogy az 5 éves kor alatti halálozások száma és a szegénységi küszöb alatt élő lakosság aránya a 2000-es évtől csökkenő tendenciát mutatnak. Azok az intézkedések, amelyek segítségével a 17 éves idősávon ~40 %-os csökkenést értek el, szinergiaként a szegénységi küszöb alatti népesség arányában is (2002-2015 között) ~15 %-os javulást eredményeztek.

Az 5 éves kor alatti halálozás előfordulása a higiéniai szolgáltatások minőségével és az azokhoz történő hozzáféréssel is szorosan összefügg. A két indikátor oksági kapcsolatát az **57. ábra** szemlélteti.



56. ábra: Az öt éves kor alatti halálozás és a szegénységi küszöb közötti összefüggés

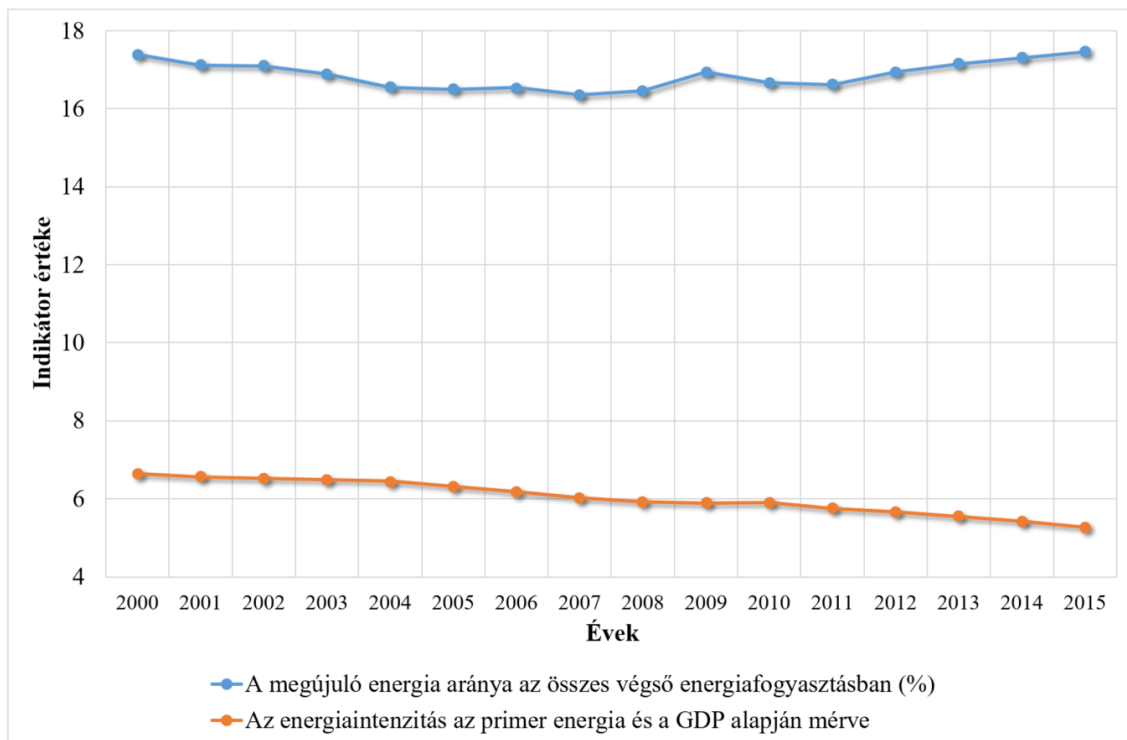


57. ábra: Az öt éves kor alatti halálozás és a biztonságos higiéniai szolgáltatásokhoz történő hozzáférés közötti összefüggés

Az **57. ábra** látható, hogy 2000 és 2017 között a lakosság biztonságos vízszolgáltatásokhoz történő hozzáférése aránya mintegy 10 %-kal növekedett. Ugyanezen időszakban az öt éves kor alatti halálozás előfordulása ~40 %-os javulást mutat.

Az Egészségügyi Világszervezet jelentésében kiemelte a háztartások higiéniai körülményeinek hatását a gyermekhalálózásra [117]. Az **57. ábra** szerinti összefüggés önmagában triviális, azonban ha figyelembe vesszük, az **56. ábra** és az **53. ábra**, valamint a további szinergiákat, akkor egy olyan összetett strukturált kapcsolatrendszert állítunk elő, amelynek segítségével a jövőbeli intézkedések hatékonyságát optimalhatjuk.

A társadalmi mutatók összekapcsoltságának bemutatásán kívül a gazdasági-környezeti interakciók reprezentációja is fontos feladat. Az **58. ábra** a megújuló energia részarány és a GDP-re vetített energiahatékonyság közötti összefüggést mutatja be.



58. ábra: A megújuló energia részarány és az energiaintenzitás GDP-vel kifejezett értéke közötti összefüggés

Az **58. ábra** szereplő energiaintenzitás a a bruttó primer energiafogyasztás és a GDP aránya egy naptári évben történő kifejezése. A megújuló energiatermelés részarányának a növelése az egy egységnyi megtermelt GDP primer energiafogyasztásának csökkenését jelenti, így a két mutató között megállapított oksági kapcsolat alátámasztja az energetikai statisztikai évkönyv jelentésében foglaltakat [118].

Az összes földrajzi egységre elvégzett kauzalitás elemzés által azonosított legfontosabb indikátorokat – amelyek legalább 20 földrajzi egységben kiválasztásra kerülnek – a **15. táblázat** tartalmazza a hozzájuk tartozó centralitás értékekkel együtt.

Az azonosított kulcsindikátorok fontosságát a nemzetközi szakirodalom is megerősíti. A gyermekhalandósági becslések szerint a világszintű javuló tendencia ellenére 16 000 öt évnél fiatalabb gyermek hal meg minden nap [102].

15. táblázat: Az összes földrajzi egységre elvégzett kauzalitás elemzés által azonosított kulcsindikátorok, amelyek legalább 20 földrajzi egység esetében kiválasztásra kerülnek.

Indikátor kódja	Megnevezés	Centralitás érték
C010101	A nemzetközi szegénységi küszöb alatti népesség aránya nemek, életkor, foglalkoztatási státusz és földrajzi elhelyezkedés szerint (városi / vidéki)	0,2260
C080101	Az egy főre eső reál GDP növekedési üteme	0,0207
C030201	Az ötéves kor alatti halálozási ráta	0,0191
C090201	Gyártás hozzáadott értéke, mint a GDP részaránya és fejeként	0,0186
C080201	Az egy foglalkoztatottra jutó reál GDP éves növekedési üteme	0,0178
C150102	A szárazföldi és édesvízi biológiai sokféleség szempontjából fontos területek aránya, amelyet védett területek ökoszisztéma-típusok fedeznek	0,0157
C030202	Újszülött halálozási arány	0,0152
C060201	A lakosság aránya biztonságos kezelhetőségű higiéniai szolgáltatásokkal, beleértve a kézi mosogatót szappannal és vízzel	0,0149

A vízellátás és vízi infrastruktúra területén tapasztalt jelentős javulás ellenére 748 000 000 ember él nem megfelelő ivóvízbiztonsági körülmények között, továbbá milliárdos nagyságú azok száma, akik nem jutnak megfelelő ivóvízhez és 2,5 milliárd ember nélkülözi a megfelelő alapvető higiéniai körülményeket [103]. A jövedelmek és az egyenlőtlenségek csökkentésének változása összefügg a szegénység enyhítésével: a regionális jövedelemnövekedés a szegénység csökkentésének fő hajtóereje, míg az egyenlőtlenségek szerepe minden országban meghatározó a probléma szempontjából [104]. A környezet állapotában bekövetkező változásokat okozó folyamatok megértése korlátozott, mivel a tudományos szakterületek különböző koncepciókat és technikákat alkalmaznak a komplex társadalmi-környezeti rendszerek viselkedésének leírására és értelmezésére, ezért a különböző tanulmányokon keresztül összegyűjtött tudás integrálása inherensen korlátozott [105]. Ezért a multidiszciplináris megközelítésen alapuló szintézis-tanulmányok kidolgozása, mint a jelenlegi értekezés, döntő fontosságú, mivel a fenntarthatóság tervezése a különböző megközelítések integrált eredményeitől függ [106].

*A 6.2. fejezetben bemutatott módszertan alapján és a módszertan World3 modell segítségével történt indirekt validálásának figyelembevételével az **ötödik számú tézisémet** “A fenntartható fejlődési célok adatbázisának Granger-kausalitás elemzésével olyan ok-okozati meghatározottsági hipotézisek állíthatók fel, amelyek segítségével a fenntarthatóság hosszútávú tervezése magasabb szinten elégíthető ki. Továbbá az oksági összefüggések alapján a fenntartható fejlődési stratégia kulcsindikátorai is azonosíthatók” igazoltnak tekintem.*

7. Összefoglalás

A jelen doktori értekezésben bemutatott kutatási munkám során a környezetelemzés – mint a stratégiai környezeti vizsgálat – új típusú megközelítését, a fenntartható fejlődési célokkal történő összevetését elemeztem.

A Világbank által gyűjtött nagy adat alapú adatbázis felhasználásával egy komplex környezetállapot értékelési algoritmust dolgoztam ki, amely nem tartalmaz szubjektív elemet és rugalmas a bemenő adatok megválasztására. A modell pontosságának javítása érdekében bemutattam, hogy egy főkomponens elemzés alapú dimenziócsökkentéssel a komplex rendszer viselkedése a környezetelemzés tárgykörébe tartozó elemzésektől elvárt pontossággal becsülhető. A fejlesztett módszertan egyik fő előnye, hogy nem csak különböző paraméteres forgatókönyvek többszemponútú relatív összehasonlítására alkalmas, hanem a beavatkozás nélküli idősoros fejlődéssel történő összehasonlítást is lehetővé teszi. 2015 óta – amikor az Egyesült Nemzetek Szövetsége deklarálta a 17 fenntartható fejlődési célt – a nemzeti/regionális/szubregionális környezeti politikák, tervek és programok fő feladata a fenntartható fejlődési célok elérésének integrált kezelése és megvalósítása. A stratégiai környezeti vizsgálatok (SKV-k) célfüggvénye ebből adódóan az elmúlt három évben még jobban eltávolodott a „klasszikus” környezeti hatás vizsgálati (KHV) megközelítéstől. A jelen doktori értekezésben bemutatott KEM modellben használt változókat összekapcsoltam az ENSZ által definiált SDG indikátorokkal, ezáltal a módszertani fejlesztés által bemutattam, hogy ha a fenntartható fejlődési indikátorok, vagy alcélok között valamilyen összekapcsolást hozunk létre, az egyaránt az SDG-k indirekt módon történő összekapcsolását is jelenti. A kutatásom eredményeit egy szakértők által készített alcélok közötti kapcsolatokról szóló tanulmánnyal is összevettem. Az alkalmazott többrétegű hálózat alapú megközelítésnek köszönhetően a jelen doktori értekezés lehetőséget nyújt a fenntartható fejlődés többszintű vizsgálatára, ezáltal olyan aspektusok figyelembevételére, amelyek analitikus úton nehezen tárhatók fel.

Az elérhető nagy adat alapú adatbázisok hálózatalapú vizsgálatával igazoltam, hogy a stratégiai környezeti vizsgálatoknak – és ezáltal a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégiáknak – a helyi sajátosságokat figyelembe kell venniük, mivel a deklarált 17 SDG elérése földrajzi régióként eltérő prioritású intézkedési listák alapján valósítható meg.

A Világbank adatbázisa mellett az SDG Globális adatbázis alapján megvizsgáltam, hogy a fenntartható fejlődési célokhoz rendelt indikátorok között milyen ok-okozati összefüggések találhatók. Az alkalmazott módszer (Granger-kausalitás) alapján a PPP-tervező szakemberek számára olyan új hipotézisek felállítása válik lehetővé, amelyek a nem adatalapú szakértői tudáson nyugvó tervezés során teljeskörűen nem azonosíthatók. A módszertan alkalmas a múltban feltárt/feltételezett oksági hipotézisek vizsgálatára is, ezáltal a fenntarthatóság tervezésének egy magasabb szintű kielégítését teszi lehetővé.

A fenntartható fejlődési célok nemzeti önbevallásainak (VNR) tapasztalatai alapján elmondható, hogy a fenntartható fejlődési célok teljesülésének mérésére jelenleg egységesen elfogadott módszertan nem létezik, a különböző országok korábbi jelentései alapján azonban vannak „jó gyakorlatok”, amelyeket a 2030-ig tartó beszámolási időszakban alapul lehet venni. Az értekezésben bemutatott Granger-kausalitás elemzés hálózatelemzési eszközökkel kiegészítve alkalmas arra, hogy a különböző földrajzi területeken segítse a döntéshozókat a saját fenntartható fejlődési kulcsindikátoraik kiválasztásában.

7.1. Új tudományos eredmények, tézisek

A jelen doktori értekezésben öt tézis került megfogalmazásra, amelyek szoros szinergiában van egymással. Az értekezés fejezetei együttesen egy olyan komplex döntéshozatali támogatóeszközként használhatók, amely lehetővé teszi a világ országainak, hogy azonosítsák a kulcstényezőiket, ex-ante forgatókönyv elemzéseket végezzenek a környezeti-, gazdasági- és társadalmi integrált szempontú hosszútávú tervezés optimumának meghatározására, valamint a kifejlesztett eszközök automatizált kialakításának köszönhetően a jövőbeli értékelések során az adaptációhoz nem szükséges a számítások, programok újbóli kialakítása, csupán a bemeneti paraméterek cseréje.

T1: A stratégiai környezeti vizsgálat algoritmizálása, azaz a nagy komplexitású (sokváltozós) rendszerek környezeti-, gazdasági- és társadalmi szempontú integrált modellezése során az állapottér modell pontossága főkomponens elemzés segítségével – a csökkentett dimenziójú adatok dinamikája alapján – javítható.

- Létrehoztam egy olyan komplex környezetállapot értékelő algoritmust (KEM), amelynek segítségével a stratégiai környezeti vizsgálat automatizált módon végezhető el.
- A KEM algoritmus során a bemenő változók szabadon választhatók meg, a módszertan változó-függése alacsony, mivel a komplex rendszer viselkedését egy dimenziócsökkentett térben (PCA) végzi.
- A KEM lehetővé teszi bármilyen beavatkozás környezeti-, gazdasági- és társadalmi hatásainak forgatókönyv alapú elemzését, valamint a beavatkozás nélküli állapottal történő összevetést, amelyet a többkritériumos döntéshozatali támogatóeszközök (MCDM) általában nem teljesítenek.
- A modell alkalmazhatóságát és pontosságát az adatok eredeti időbeli alakulásának és a szimuláció eredményeinek összevetésével igazoltam.

T2: A fenntartható fejlődési célok eléréséhez – amely a stratégiai környezeti vizsgálat célfüggvénye – szükség van a célok közötti összefüggések minél pontosabb megértésére. A célok közötti összefüggések az alcélokon és indikátorokon keresztül többretegű hálózatként modellezhetők, mivel a „célok-alcélok-indikátorok” egyértelműen egymáshoz vannak rendelve.

- A fenntartható fejlődési célok közötti belső kapcsolatokat többretegű hálózatelemzési eszközzel igazoltam.
- A módszertant és a kutatási eredményeket nemzetközi szakértői csoport eredményeivel vettem össze.
- A fenntartható fejlődési indikátorokat a Világbank adatbázisában megtalálható változókkal összekapcsoltam, ezáltal a fenntarthatóság mérőszámát 244-ről 562-re emeltem.

- A feltárt kapcsolatrendszert három különböző szinten bemutattam a szintek közötti transzformációval együtt, ezáltal lehetőség nyílik a fenntarthatóság több szinten történő elemzésére.
- Az SDG-k közötti kapcsolatokat adatvezérelt objektív modell segítségével részletesen bemutattam, ezáltal a rendszerben lévő szinergiák a doktori értekezés eredményei alapján mélyebben megérthetők, lehetővé téve a környezetelemzés holisztikus megközelítésének alkalmazását.

T3: A stratégiai környezeti vizsgálat célfüggvényének, mint a fenntartható fejlődési célok teljesülésének alapvetően van egy saját belső összefüggésrendszere, így valamely cél elérése érdekében tett intézkedések a többi célra is hatással vannak.

- Az adatvezérelt többrétegű hálózat modell alapján a fenntartható fejlődési célok és alcélok közötti összefüggéseket a Világbank változónak korrelációja alapján elemeztem.
- Az elemzés alapján megállapítható, hogy a 4. számú fenntartható fejlődési célhoz (elérhető és méltányos minőségi oktatás biztosítása és az élethosszig tartó tanulás lehetőségének elősegítése mindenki számára) tartozó alcélok a rendszer legfontosabb hajtóerői.
- A célok közötti kapcsolatok vizsgálata alapján igazolható, hogy a 4. számú fenntartható fejlődési cél (oktatással foglalkozó cél) és a 9. számú cél (rugalmas infrastruktúrával foglalkozó cél) a rendszer legfontosabb elemei.
- A Nemzetközi Tudományos Tanács fenntartható fejlődési alcélok közötti kapcsolatokat vizsgáló tanulmányával történő összehasonlítás alapján elmondható, hogy a fenntartható fejlődési célok közötti összefüggések rendszere az adatok alapján sokkal komplexebb, mint az alcélok célzott szakértői összekapcsolásával vizsgált.

T4: A nemzeti és/vagy regionális stratégiai környezeti vizsgálatok algoritmizálása során a különböző geográfiai területeken a környezeti-, gazdasági-, és társadalmi összefüggésrendszer eltérő módon viselkedik, ezért a döntéshozatali támogatóeszközöket és modelleket a helyi makrogazdasági viszonyokhoz kell viszonyítani.

- A Világbank adatbázisának többrétegű hálózat alapú elemzését több földrajzi területre elvégeztem.
- A különböző földrajzi területek összehasonlító elemzése alapján megállapítható, hogy a fenntartható fejlődési célok tervezése során a helyi makrogazdasági adatokat kell a tervezési folyamatban felhasználni.
- Az elemzések során bemutattam a Föld összes országának és régiójának az adatkészletét, ezáltal a módszerben lévő nemzetközi hasznosítási lehetőségek is feltárásra kerültek.
- A fenntartható fejlődési célok összefüggésrendszerének nemzeti sajátosságait az Európai Unió és a Közel-Kelet & Észak-Afrika régiók mutatóinak elemzésén keresztül mutattam be.

- A nemzeti sajátosságok azonosítása érdekében a vizsgálatokat a Világbank adatbázisa és az SDG indikátorok globális adatbázisa alapján is megvizsgáltam.

T5: A fenntartható fejlődési célok adatbázisának Granger-kausalitás elemzésével olyan ok-okozati meghatározottsági hipotézisek állíthatók fel, amelyek segítségével a fenntarthatóság hosszútávú tervezése magasabb szinten elégíthető ki. Továbbá az oksági összefüggések alapján a fenntartható fejlődési stratégia kulcsindikátorai is azonosíthatók.

- A Globális SDG adatbázis Granger-kausalitás elemzését elvégeztem, amelynek eredményeként a fenntartható fejlődési célok indikátorai közötti ok-okozati kapcsolatokat azonosítottam.
- A feltárt kapcsolatok alapján az SDG-k összefüggéseit hálózatelemzési technikákkal is megvizsgáltam.
- Az ok-okozati összefüggést a világ összes földrajzi egységére elvégeztem és a regionális különbségek csökkentése érdekében csak a legalább húsz területen előforduló ok-okozati meghatározottságokat fogadtam el.
- Az ok-okozati elemzést kombinálva hálózatelemzési technikákkal bemutattam, hogy mely fenntartható fejlődési cél indikátorok a legjelentősebb hajtóerők.
- A módszertan alkalmazható a magyarországi 16 kulcsindikátor felülvizsgálatára (vagy bővítésére), melyek értékelését az értekezésben is ismertettem.

7.2. Hasznosítási lehetőségek

A doktori értekezésben bemutatott KEM modell alapján lehetőség van a különböző politikák, tervek és programok jövőbeli hatásainak ex-ante becslésére és összevetésére a beavatkozás nélküli jövőbeli állapottal („no action option”). A kifejlesztett KEM modell bemenő adatai rugalmasan megváltoztathatók, ezáltal a különböző tárgyú (szakágazati politikai fejlesztések, pl.: energiaszektor) fejlesztési tervekhez igazíthatók.

Az elkészített többretegű hálózat modell alapján a különböző országok és régiók fenntartható fejlődési céljainak eléréséhez a legfontosabb kulcsindikátorok azonosíthatók, ezáltal a modell segíti az országokat a saját fenntartható fejlődési célok terén elért eddigi eredményeik mérésében és felülvizsgálatában.

A modell lehetővé teszi a különböző országok számára, hogy a fenntartható fejlődési célok területén lévő hasonló feladatokkal rendelkező országok megtalálják az együttműködési lehetőségeket, ezáltal megalapozható az országok közötti magasabb szintű jövőbeli bench-marking tevékenységek.

A Világbank változóinak és a fenntartható fejlődési indikátoroknak az összekapcsolásán alapuló bemutatott adatvezérelt módszertan átültethető más specifikus mutatókra is, ezáltal a – főleg szakértői tudáson alapuló – specifikus mutatók fenntartható fejlődési indikátorokkal történő összekapcsolásával bármilyen tevékenység hatásai modellezhetők a fenntartható fejlődési célok teljesülésére (pl.: egy vállalat környezeti szempontú fejlesztései milyen hatással vannak az SDG-k elérésére).

Az ok-okozati elemzés segíti a korábban felállított hipotézisek megítélését, valamint új hipotézisek felállítását, így az adott (rész)szakterülettel (pl.: szennyvíztisztítás) foglalkozó szakemberek számára olyan új elemzési szempontok figyelembe vételét teszi lehetővé, amelyek analitikus úton nehezen lennének megfogalmazhatók (indirekt hatások).

7.3. Továbbfejlesztési lehetőségek

A jelen doktori értekezésben bemutatott tézispontok és fejezetek elsősorban módszertani fejlesztések, az értekezés keretei nem teszik lehetővé, hogy az alkalmazásba vételük eredményei is részleteiben bemutatásra kerüljenek.

A fenntartható fejlődési célok közötti kapcsolatokat több szinten elemeztem többretegű hálózatelemzési technikával a Világbank adatbázisa alapján. A célokhoz tartozó indikátorok ok-okozati összefüggéseit egy szűkebb adatbázis segítségével, az SDG Globális adatbázis elemzésével határoztam meg. A Granger-kausalitás elemzés elvégezhető a Világbank adatbázisára is, valamint az SDG Globális adatbázis hálózatalapú reprezentációjának eredményei összevethetők a Világbank példáján keresztül bemutatott eredményekkel, nemzeti önbevallásokkal és stratégiai környezeti vizsgálatok dokumentációjával.

A stratégiai környezeti vizsgálat földrajzi elhelyezkedéstől való függése és az elvégzett oksági elemzések részben kerültek ismertetésre. Az elérhető összes földrajzi terület eredményeinek egy komplex összehasonlító értékelésének elvégzése során a geográfiai elhelyezkedéstől való függés és ezáltal az összefüggésrendszer térbeli mintázata teljes egészében feltárható. Az összehasonlító elemzés eredményeihez a nemzeti önbevallások (VNR) alapján elérhető jelenlegi teljesítménymutatók és tervezett intézkedések összepárosíthatók, így a fenntartható fejlődési célok elérésre nemzetközileg egységes objektív alapú tervezése valósítható meg, amely válasz a jelenlegi egységes módszertan hiányából adódóan felmerülő kérdésekre.

A stratégiai környezeti vizsgálat KEM modell alkalmazásának eredményei és ezáltal a fenntartható fejlődési célok elérésének teljesülésére megtett intézkedések megfelelősége az érzékenységvizsgálatokkal nemcsak cél/alcél/indikátor szinten kapcsolható össze, hanem a különböző típusú célterületi forgatókönyvek (például: Energiastratégia, stb.) hatásai is ex-ante elemezhetők. A jelenlegi szakági politikák integrálása és a különböző intézkedések hatásainak egymással-történő összehasonlítása fontos feladat a 2030-ig terjedő fenntartható fejlődési stratégiai tervezési időszakban.

A kauzalitás elemzés által meghatározott ok-okozati összefüggések és a szakirodalomban tárgyalt összefüggések felhasználásával a KEM modell alkalmazásának eredményei tovább pontosíthatók, a modell identifikációs hibája – amely ugyan a környezetelemzés tárgykörébe tartozó elemzésektől elvárt pontosságot kielégíti – tovább csökkenthető.

A fent említett továbbfejlesztési lehetőségek további kutatását és a fenntartható fejlődési célok elérését célzó és támogató tanulmányok publikálását a jövőben (is) fő kutatási területemként kívánom folytatni.

8. Summary

This dissertation deals with the development of a new approach for environmental analysis - especially the Strategic Environmental Assessment - as a driving force of the fulfilment of the Sustainable Development Goals. On the basis of the large database compiled by the World Bank, I developed a complex environmental model which does not contain subjective elements and is flexible for the input data. In order to improve the accuracy of the model, I have presented that with a principal component analysis-based dimension reduction. One of the main advantages of the developed methodology is that it is not only suitable for comparing multiple-parameter scenarios with a set of aspects, but also allows comparison with non-interventional development ("no action option").

Since 2015, when the United Nations declared the 17 Sustainable Development Goals, the main task of the national / regional / sub-regional environmental policies, plans and programs is the elaboration of the integrated management and the implementation of the Sustainable Development Goals. As a result, the objective function of Strategic Environmental Assessments (SEAs) in the last three years has become even more distant from the "classical" Environmental Impact Assessment (EIA) approach. I integrated the variables in the CEM model with the DG indicators, thus demonstrating by methodological development that if we generate some kind of interconnection between the sustainable development indicators or targets, the indirect links among the SDGs can be revealed. The outcomes of my research were also compared with a study on the relationships between SDG targets devised by the experts of the International Council for Science. Due to the multi-layered network-based approach used -based on the network-based analysis of the available big databases-, I have verified that the Strategic Environmental Assessments - and hence the National Sustainable Development Strategies - should take into account the special local features. This can be due to the fact that the achievement of the declared 17 SDGs can be achieved only on the basis of action lists having different priorities for each geographic region.

In addition to the World Bank database, I studied the cause and effect relationships between the indicators assigned to sustainable development goals based on the SDG Global Database. Based on the applied method (Granger causality), new hypotheses can be set up for professionals planning PPPs, which are not fully identifiable during design based on non-data-based expert knowledge. The methodology is also suitable for studying the causal hypotheses that have been discovered in the past, thus enabling a higher level of sustainability planning.

Based on the experiences of the Voluntary National Reviews of Sustainable Development Goals (VNRs), it can be stated that there is no generally accepted methodology for measuring the achievements/fulfilments of sustainable development goals. The Granger causality analysis supplemented with network analysis tools, is capable to assist the decision makers in different geographic areas in selecting the pertaining sustainable developmental key indicators.

9. Zusammenfassung

Diese Dissertation befasst sich mit der Entwicklung eines neuen Ansatzes für die Umweltanalyse - insbesondere der strategischen Umweltprüfung - als treibende Kraft für die Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung. Auf der Grundlage der von der Weltbank erstellten umfangreichen Datenbank habe ich ein komplexes Umweltmodell entwickelt, das keine subjektiven Elemente enthält und für die Eingabedaten flexibel ist. Um die Genauigkeit des Modells zu verbessern, habe ich dies mit einer auf der Hauptkomponentenanalyse basierenden Dimensionsreduzierung vorgestellt. Einer der Hauptvorteile der entwickelten Methodik ist, dass sie nicht nur für den Vergleich von Szenarien mit mehreren Parametern mit einer Reihe von Aspekten geeignet ist, sondern auch einen Vergleich mit der nichtinterventionellen Entwicklung ermöglicht ("no action option").

Seit 2015, als die Vereinten Nationen die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung festlegten, ist die Hauptaufgabe der nationalen / regionalen / subregionalen Umweltpolitiken, -pläne und -programme die Ausarbeitung des integrierten Managements und die Umsetzung der Ziele für eine nachhaltige Entwicklung. Infolgedessen hat sich die Zielfunktion der strategischen Umweltprüfungen (SEAs) in den letzten drei Jahren noch weiter von dem "klassischen" Ansatz der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) entfernt. Ich habe die Variablen des CEM-Modells in die Indikatoren der GD integriert und damit durch die methodologische Entwicklung gezeigt, dass die indirekte Verknüpfung zwischen den Nachhaltigkeitsindikatoren oder -zielen sichtbar wird, wenn wir eine Art Verbindung zwischen den Indikatoren oder Zielen der nachhaltigen Entwicklung herstellen. Die Ergebnisse meiner Forschung wurden auch mit einer Studie über die Beziehungen zwischen SDG-Zielen verglichen, die von Experten des International Council for Science entwickelt wurde. Aufgrund des vielschichtigen netzwerkbasierten Ansatzes, der auf der netzwerkbasierten Analyse der verfügbaren großen Datenbanken basiert, habe ich bestätigt, dass die strategischen Umweltprüfungen - und damit die nationalen Strategien für nachhaltige Entwicklung - die besonderen lokalen Aspekte berücksichtigen Eigenschaften. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die Erreichung der angegebenen 17 SDGs nur auf der Grundlage von Aktionslisten mit unterschiedlichen Prioritäten für jede geografische Region erreicht werden kann.

Neben der Datenbank der Weltbank untersuchte ich die Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen den Indikatoren, die den Zielen der nachhaltigen Entwicklung zugeordnet wurden, basierend auf der SDG Global Database. Folglich auf der angewandten Methode (Granger-Kausalität) können neue Hypothesen für Fachleute aufgestellt werden, die PPPs planen, die während des Entwurfs aufgrund von nicht datenbasiertem Expertenwissen nicht vollständig identifiziert werden können. Die Methodik eignet sich auch zur Untersuchung der in der Vergangenheit entdeckten Kausalhypothesen und ermöglicht so eine höhere Planung der Nachhaltigkeit.

Basierend auf den Erfahrungen der freiwilligen nationalen Überprüfungen der Ziele für nachhaltige Entwicklung (VNRs) kann festgestellt werden, dass es keine allgemein anerkannte Methodik zur Messung der Erfolge / Erfolge von Zielen für nachhaltige Entwicklung gibt. Die Granger-Kausalitätsanalyse, die durch Netzwerkanalyse-Tools ergänzt wird, kann die Entscheidungsträger in verschiedenen geografischen Gebieten bei der Auswahl der relevanten Kennzahlen zur nachhaltigen Entwicklung unterstützen.

10. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani **családomnak** amiért mindvégig támogattak abban, hogy a felsőoktatási tanulmányaimat és a doktori cselekményemet befejezhessem. Köszönöm mindnyájatoknak, nélkületek sosem tarthatnék itt az életben.

Külön köszönet illeti páromat, **Szeles Dórá**t, aki folyamatosan mellettem állt és segített a terheim viselésében. Köszönöm, hogy vagy nekem!

Köszönöm **Bulla Miklós Professor Úrnak**, hogy még alapszakos környezetmérnök hallgató koromban megismertette velem a környezetelemzés területét, későbbi tanulmányaim során is támogatását élvezhettem és külön köszönöm, hogy elvállalta a doktori cselekményem témavezetését. **Tisztelt Professor Úr!** Örökké hálás leszek Önnek, amiért egy olyan szemléletmódot és mély alapokon nyugvó tudást adott át nekem, amelynek köszönhetően a jövőben rám váró feladatok megoldását abszolválni tudom.

Köszönet illeti **Rédey Ákos Professor Urat**, amiért mesterszakos környezetmérnök hallgató koromban lehetőséget biztosított számomra, hogy komoly kutatásokban vehessek részt, tovább köszönetet szeretnék mondani, amiért elvállalta a doktori cselekményem témavezetését. **Tisztelt Professor Úr!** Az évek óta tartó munkakapcsolatunk során rengeteget tanultam Öntől. Meggyőződésem, hogy minden fiatal kutatónak olyan mentorra van szüksége, mint Ön, aki segíti a tudományos pályájának célzott és tudatos építésében. Mindig öröm számomra, ha lehetőségünk van közösen dolgozni egy feladaton, remélem, hogy együttműködésünket a jövőben is folytatni tudjuk.

Köszönetet szeretnék mondani **Abonyi János Professor Úrnak**, aki nélkül ez a doktori értekezés nem készülhetett volna el. **Kedves Professor Úr!** Köszönöm neked azt a rengeteg tudást, amelyet a közös munkánk során kaptam tőled. Külön köszönöm, hogy mindvégig türelmes voltál velem, még akkor is, ha néha ez erőpróbáló feladat volt. Úgy gondolom, hogy egy élet is kevés, hogy legalább részben meg szolgáljam azt a nyitottságot, segítőkészséget és felfoghatatlan mértékű szakértői tudást, amelyet tőled kaptam.

Köszönetet szeretnék mondani **Dörgő Gyulának**, a Granger-kausalitás témában készített közös munkánkba fektetett rengeteg energiájáért és külön köszönöm, hogy hozzájárultál, hogy a munka eredményeit a doktori cselekményemben felhasználhassam.

Köszönetet mondok **Németh Józsefnek**, akivel évek óta tartó munka és baráti kapcsolatban állok. **Kedves Józsi!** Bízom benne, hogy ezekben a sorokban már hivatalosan is doktorként köszönhetlek, de tudom, hogy nemsokára együtt fogunk ülni a Pannon Egyetem B épületének aulájában, in máron másodszor. Köszönöm neked a „brainstormingokat”, köszönöm, hogy a felsőoktatásban töltött időt úgy töltöttük el, hogy az emlékezetes maradjon egész életünkbe. Remélem, hogy a jövőben még sok közös tudományos eredményt érünk el és a baráti kapcsolatunk töretlen marad.

Köszönettel tartozom a **Környezetmérnöki Intézet munkatársainak** amiért támogattak abban, hogy a doktori disszertációm elkészítsem. Külön köszönet illeti Dr. Domokos Endre Intézetigazgató Urat, hogy lehetővé tette számomra, hogy a kutatásomra fókuszáljak. Kedves Kollégák! Köszönöm szépen mindnyájatoknak a támogatást!

Ábrajegyzék

1. ábra: A KHV és EKHE eljárás alkalmazása [4].....	10
2. ábra: Az ENSZ fenntarthatósági céljai	13
3. ábra: Az SKV és KHV szintje [21], [12].....	14
4. ábra: Komplex Tudástér Modell [10].....	16
5. ábra: A fenntarthatósági célok és makrogazdasági adatok összekapcsolása.....	18
6. ábra: Az ENSZ fenntartható fejlődési céljaihoz rendelt indikátorok száma	19
7. ábra: A Világbank változóinak csoportosítása	20
8. ábra: A célok, alcélok és indikátorok rendszere, valamint ezek összekapcsolása a változókkal.....	25
9. ábra: A környezetelemzési modell (KEM) módszertana.....	28
10. ábra: A Világbank változóinak elérhetősége Magyarországra vonatkozóan az 55 éves időtávon	29
11. ábra: Az állapotter egyenletek grafikus megjelenítése [57]	32
12. ábra: A KEM változóinak korrelációja.....	35
13. ábra: "kőomlás" ábra a Világbank változóinak elemzésére.....	36
14. ábra: A KEM modell dinamikájának trajektóriái két főkomponens esetén	37
15. ábra: A KEM modell dinamikájának trajektóriái négy főkomponens esetén.....	38
16. ábra: Az adatok origó köré ortonormált projekciói	39
17. ábra: A származtatott és az eredeti normalizált adatok összehasonlítása két főkomponens esetében.....	40
18. ábra: A származtatott és az eredeti normalizált adatok összehasonlítása két főkomponens esetében – Kinagyított részlet	40
19. ábra: A származtatott és az eredeti normalizált adatok összehasonlítása négy főkomponens esetében.....	41
20. ábra: A főkomponensek idősoros fejlődésének modellezett eredménye.....	43
21. ábra: A KEM modell szimulációs eredményei.....	43
22. ábra: A mezőgazdasági terület változás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása	45
23. ábra: A fosszilis energiafogyasztás részarány változás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása.....	46
24. ábra: Az alternatív és nukleáris energia részarány változás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása.....	46
25. ábra: Az ötéves kor alatti halálozás eredeti és modellezett adatainak összehasonlítása	47
26. ábra: Az SKV SDG-kkel történő összekapcsolásának többretegű hálózat alapú megközelítését bemutató sematikus ábra, célok (G), alcélok (T), indikátorok (I), változók (V), változó csoportok (W).....	48
27. ábra: Az SKV SDG-kkel történő összekapcsolásának valós elemű hálózata.....	49
28. ábra: A fenntartható fejlődési alcélok hálózata az ISCU tanulmánya alapján	50
29. ábra: A "tiszta víz és alapvető köztisztaság" SDG6 cél, alcélok, indikátorok és a hozzárendelt Világbank változók.....	53
30. ábra: Az 5 éves kor alatti halálozás változó alapján összekapcsolt SDG indikátorok, alcélok és célok.....	54
31. ábra: A fenntartható fejlődési célok összefüggései az ISCU tanulmány alapján	55
32. ábra: A Világbank változói közötti kapcsolatok hálózat alapú reprezentációja.....	57

33. ábra: A Világbank adatainak korrelációja alapján készített alcél-alcél szintű projekciós hálózat	60
34. ábra: A fenntartható fejlődési célok összefüggései a Világbank adatai alapján.....	62
35. ábra: A Világbank adatok elérhetőségének térbeli mintázata	64
36. ábra: A Világbank adatainak korreláció alapú különbségeit bemutató multiplex hálózat.....	65
37. ábra: A kiválasztott régiók hálózatának redukálhatósága és egyszeres összekapcsolódása a Világbank változói alapján.....	66
38. ábra: Az EU és MEA régiók fajlagos CO ₂ kibocsátásának alakulása	67
39. ábra: Az EU és MEA régiók ÜHG kibocsátásának alakulása.....	67
40. ábra: Az EU és MEA régiók egy főre vetített háztartási kiadásának alakulása	68
41. ábra: Az EU és MEA régiók magániskolás beiratkozásainak alakulása	69
42. ábra: Az EU és MEA régiók egészségügyi külső forrásának alakulása	70
44. ábra: Az SDG indikátorok globális adatbázisában szereplő adatok elérhetőségének térbeli mintázata.....	70
43. ábra: Az SDG globális adatbázis célonkénti lefedettsége	72
45. ábra: A megfelelő kauzalitás-elemzési modell kiválasztásának döntési algoritmus	73
46. ábra: A World3 modell folyamatváza	76
47. ábra: A becsült ok és okozati változók	77
48. ábra: A World3 modell jelentősebb ok-okozati összefüggéseinek irányított háló alapú reprezentációja	77
49. ábra: A redukált hálózat, mint az "okság áramlása"	78
50. ábra: Az SDG Globális adatbázis feszítőfa háló korreláció alapú reprezentációja .	79
51. ábra: A szegénység és alultápláltság összefüggése	80
52. ábra: A Granger ok-okozati összefüggések hálózatalapú reprezentációja a Világ egészére.....	81
53. ábra: A lakosság higiéniai szolgáltatásokhoz történő hozzáféréseinek és a tuberkulózis előfordulásának összefüggése	82
54. ábra: A hegyvidéki biodiverzitás védett területeinek és az édesvízi területek közötti összefüggés	83
55. ábra: A legalább 20 földrajzi egységben azonosított ok-okozati összefüggések hálózat alapú reprezentációja.....	84
56. ábra: Az ötéves kor alatti halálozás és a szegénységi küszöb közötti összefüggés.	86
57. ábra: Az ötéves kor alatti halálozás és a biztonságos higiéniai szolgáltatásokhoz történő hozzáférés közötti összefüggés.....	86
58. ábra: A megújuló energia részarány és az energaintenzitás GDP-vel kifejezett értéke közötti összefüggés	87
59. ábra: A főkomponensekhez rendelt változók számának megoszlása	116

Táblázatjegyzék

1. táblázat: A KHV és SKV összehasonlítása [21]	14
2. táblázat: Magyarország SDG kulcsindikátorai [59]	21
3. táblázat: Magyarország SDG kulcsindikátorai (folyt.) [59]	22
4. táblázat: A kulcsindikátorok minősítése a 2013/14-es időszakra.....	23
5. táblázat: A Pearson-féle korrelációs együttható és a változók közötti kapcsolat erőssége.....	45
6. táblázat: A fenntartható fejlődési alcélok közösségei az ISCU tanulmánya alapján	51
7. táblázat: A többretegű hálózat szomszédsági mátrixai és azok tulajdonságai	52
8. táblázat: A fenntartható fejlődési célok közösségei az ISCU tanulmánya alapján ...	56
9. táblázat: A Világbank változóinak közösségei a köztük lévő korreláció alapján	58
10. táblázat: A fenntartható fejlődési alcélok közösségei a Világbank változóinak korrelációja alapján.....	60
11. táblázat: A fenntartható fejlődési célok közösségei a Világbank adatai alapján.....	62
12. táblázat: A legmagasabb korrelációs együtthatóval rendelkező indikátorpárok	79
13. táblázat: A Világ egészére vonatkozó kauzalitás elemzés által azonosított legfontosabb indikátorpárok	82
14. táblázat: A legfontosabb ok-okozati kapcsolatok, amelyek az SDG Globális adatbázisában legalább 20 különböző területen azonosíthatók	85
15. táblázat: Az összes földrajzi egységre elvégzett kauzalitás elemzés által azonosított kulcsindikátorok, amelyek legalább 20 földrajzi egység esetében kiválasztásra kerülnek.	88
16. táblázat: A KEM modellben elemzett változók eredeti angol nyelvű leírással és a hozzájuk tartozó főkomponens, amely varianciáját leginkább magyarazzák	110
17. táblázat: Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai, alcéljai és indikátorai eredeti angol nyelven [22]	117
18. táblázat: A Világbank változóinak rövidítése, rövid leírása és alcélokhöz történő hozzárendelése	138

Egyenletjegyzék

1. egyenlet: A PageRank számítása	26
2. egyenlet: A generatív alapmodell folytonos alakban	30
3. egyenlet: Az állapotter modell diszkrét alakban felírva.....	30
4. egyenlet: A KEM modell identifikálása.....	31
5. egyenlet: Az állapotter modell bemeneteinek és kimeneteinek összefüggése [57] ...	32
6. egyenlet: A kovariancia meghatározása	33
7. egyenlet: A Pearson-féle korrelációs együttható kiszámítása.....	34
8. egyenlet: Az új adatok származtatása	39
9. egyenlet: A cél-cél szintű kapcsolatok előállítása.....	54
10. egyenlet: Az alcél-alcél szintű kapcsolatok előállítása	59
11. egyenlet: Az adatvezérelt cél-cél szintű kapcsolatok előállítása.....	61
12. egyenlet: Autoregresszív (AR) modellegyenletek	74
13. egyenlet: A modell hiba	74
14. egyenlet: G-kausalitási index	75
15. egyenlet: A Bayes Információs Kritérium	75
16. egyenlet: F-próba	75

Irodalomjegyzék

1. Canter, L.W. (1996): Environmental Impact Assessment, Second Edition, McGraw-Hill, Inc., USA, p. 660.
2. Bulla Miklós, Gyulai István, Ónodi Gábor, Pajer József, Ppestiné Rácz Éva Veronika, Radnainé Gyöngyös Zsuzsanna, Rédey Ákos, Zseni Anikó (2011): Környezetállapot-értékelés, monitorozás. 2. kávitott kiadás, Környezetmérnöki Tudástár, Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet, Veszprém.
3. Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B.B., Balsley J.R. (1971): A Procedure for Evaluating Environmental Impact, Circular 645, Geological Survey, Washington, p. 19.
4. 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezeti engedélyezési eljárásról.
5. Rédey Ákos, Módi Mihály, Tamaska László (2002): *Környezetállapot-értékelés*. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, p. 127.
6. Department for Environment, Food and Rural Affairs (2010): Environmental Permitting Guidance The IPPC Directive, Part A(1) Installations and Part A(1) Mobile Plant Fort he Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2010. Department for Environment, Food and Rural Affairs, p. 66.
7. Az Európai Parlament és a Tanács 2011/92/EU irányelve (2011. december 13.) az egyes köz- és magánprojektek környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról, Az Európai Unió Hivatalos Lapja, L 26/1, 2012.01.28., <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011L0092&qid=1479742699226&from=HU>, Megtekintés dátuma: 2016.11.21.
8. Az Európai Parlament és a Tanács 2010/75/EU irányelve (2010. november 24.) az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentése). Az Európai Unió Hivatalos Lapja, L 334/17, 2010.12.17., <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010L0075&qid=1479747412186&from=HU>, Megtekintés dátuma: 2016.11.21.
9. Láng István (szerk.) (2002): Környezet- és természetvédelmi lexikon I. – II., Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 588, 664.
10. Bulla, M., Zseni, A. (2012): Applying of the environmental assessment model in the water policy planning, Hungarian Electronic Journal of Sciences, p. 15.
11. Bulla, M., Zseni, A. (2012): A környezetelemzési komplex tudástér modell alkalmazása a vízgyűjtő-gazdálkodás tervezésben, Ipari Ökológia, 1. évfolyam, 1. szám, pp. 45-80.
12. Bulla, M. (2012): A környezetelemzés regionális alkalmazása, A komplex tudástér [KxTt] modell bevezetése, Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék, p. 191.
13. The World Bank (d.n.): World Development Indicators, <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>, Megtekintés dátuma: 2017.01.11.
14. Az Európai Parlament és a Tanács 2001/42/EK irányelve (2001. június 27.) bizonyos tervek és programok környezetre gyakorolt hatásainak vizsgálatáról, Az Európai Unió Hivatalos Lapja, L 197, 2001.07.21., <http://eur-lex.europa.eu/legal->

content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32001L0042&from=HU, Megtekintés
dátuma: 2016.11.28.

15. Fleischer Tamás, Szlávik János, Baranyi Rita, Branner Ferenc, Füle Miklós, Kósi Kálmán, Nagypál Noémi, Pálavölgyi Tamás, Princz-Jakovits Tibor, Szlávik Péter (2005): A Magyar közlekedéspolitika stratégiai környezeti vizsgálata, Közlekedéstudományi szemle, LV. évfolyam, 2. szám, pp. 47-54.
16. Thérivel, R., Partidário, M.R. (szerk.) (1996): The Practice of Strategic Environmental Assessment, Earthscan, London, p. 224.
17. Noble, B.F. (2000): Strategic environmental assessment: what is it and what makes it strategic?, Journal of Environmental Assessment Policy and Management, Vol. 2, Issue 2, pp. 203-224.
18. Sheate, W.R., Dagg, S., Richardson, J., Aschemann, R., Palerm, J., Steen, U. (2003): SEA and Integration of the Environment into Strategic Decision Making, European Environment, Vol. 13, pp. 1-18.
19. Canadian Council of Ministers of the Environment (2009): Canadian Council of Ministers of the Environment. Regional Strategic Environmental Assessment in Canada: Principles and Guidance, Winnipeg, Manitoba, Canada, p. 27.
20. Partidário, M.R., (2012): Strategic Environmental Assessment Better Practice Guide: Methodological Guidance for Strategic Thinking in SEA, Portuguese Environment Agency and Redes Energéticas Nacionais, Lisbon, Portugal, p. 76.
21. OECD (2006): Applying Strategic Environmental Assessment good practice guidance for development co-operation, OECD Publishing, USA, p. 164.
22. Noble, B., Nwanekezie, K. (2017): Conceptualizing strategic environmental assessment: Principles, approaches and research directions, Environmental Impact Assessment Review, Vol. 62, pp. 165-173.
23. United Nations (2015): Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development, online source: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>, Megtekintés dátuma: 2018.02.10.
24. United Nations Economic and Social Council (2016): Report of the Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators, E/CN.3/2016/2Rev.1, p. 62.
25. OECD (1994): Environmental Indicators: OECD Core Set., Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, p. 159.
26. Pomázi István, Szabó Elemér (2006): A környezeti mutatók alkalmazásának nemzetközi és hazai tapasztalatai, Statisztikai szemle, 84. évfolyam, 10-11. szám.
27. Bulla Miklós (2012): A környezetelemzés regionális alkalmazása – a Komplex Tudástér Modell [KxTt] bevezetése, Kutatási összefoglaló, SZE Környezetmérnöki Tanszék, Győr, p. 191.
28. International Council for Science (2017): A Guide to SDG Interactions: from Science to Implementation [D.J. Griggs, M. Nilsson, A. Stevance, D. McCollum (eds)]. International Council for Science, Paris, DOI: 10.24948/2017.01, p. 239.
29. Wasserman, S., Faust, K. (1994): Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, p. 819.
30. Lobos, V., Partidario, M. (2014): Theory versus practice in Strategic Environmental Assessment (SEA), *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 48, pp. 34-46.

31. Hegazy, I.R. (2015): Integrating strategic environmental assessment into spatial planning in Egypt, *Environmental Development*, Vol. 15, pp. 131-144.
32. Bidstrup, M., Kørnøv, L., Partidário, M.R. (2016): Cumulative effects in strategic environmental assessment: The influence of plan boundaries, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 57, pp. 151-158.
33. McCluskey, D., João, E. (2011): The promotion of environmental enhancement in Strategic Environmental Assessment, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 31, Issue 3, pp. 344-351.
34. Bidstrup, M., Hansen, A.M. (2014): The paradox of strategic environmental assessment, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 47, pp. 29-35.
35. Butler, J.R.A., Bohensky, E.L., Suadnya, W., Yanuartati, Y., Handayani, T., Habibi, P., Puspadi, K., Skewes, T.D., Wise, R.M., Suharto, I., Park, S.E., Sutaryono, Y. (2016): Scenario planning to leap-frog the Sustainable Development Goals: An adaptation pathways approach, *Climate Risk Management*, Vol. 12, pp. 83-99.
36. Reyers, B., Stafford-Smith, M., Erb, K.H., Scholes, R.J., Selomane, O. (2017): Essential Variables help to focus Sustainable Development Goals monitoring, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 26–27, pp. 97-105.
37. OECD (2018): Digital government fogalma, online source: <http://www.oecd.org/gov/digital-government/>, Megtekintés dátuma: 2018.03.21.
38. Janowski, T. (2016): Implementing Sustainable Development Goals with Digital Government – Aspiration-capacity gap, *Government Information Quarterly*, Vol. 33, Issue 4, pp. 603-613.
39. GBD 2016 SDG Collaborators (2017): Measuring progress and projecting attainment on the basis of past trends of the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2016, *The Lancet*, Vol. 390, Issue 10100, pp. 1423-1459.
40. Harris, P., Viliani, F. (2018): Strategic health assessment for large scale industry development activities: An introduction, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 68, pp. 59-65.
41. Kanter, D.R., Schwoob, M.H., Baethgen, W.E., Bervejillo, J.E., Carriquiry, M., Dobermann, A., Ferraro, B., Lanfranco, B., Mondelli, M., Penengo, C., Saldias, R., Silva, M.E., de Lima, J.M.S. (2016): Translating the Sustainable Development Goals into action: A participatory backcasting approach for developing national agricultural transformation pathways, *Global Food Security*, Vol. 10, pp. 71-79.
42. Allen, C., Metternicht, G., Wiedmann, T. (2016): National pathways to the Sustainable Development Goals (SDGs): A comparative review of scenario modelling tools, *Environmental Science & Policy*, Vol. 66, pp. 199-207.
43. Mityagin, S.A., Tikhonova, O.B., Repkin, A.I. (2017): Methodology of estimation of achieving regional goals of sustainable development on the basis of program and goal oriented approach, *Procedia Computer Science*, Vol. 108, pp. 2038-2048.
44. Singh, G.G., Cisneros-Montemayor, A.M., Swartz, W., Cheung, W., Guy, J.A., Kenny, T.A., McOwen, C.J., Asch, R., Geffert, J.L., Wabnitz, C.C.C., Sumaila, R., Hanich, Q., Ota, Y. (2017): A rapid assessment of co-benefits and trade-offs among Sustainable Development Goals, *Marine Policy*, article in press.
45. 14. Le Blanc, D. (2015): Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets, United Nations Department of Economic and Social Affairs, p. 19.

46. Galambosné Tiszberger Mónika (2015): A hálózatkutatás módszertani vizsgálati lehetőségei – szakirodalmi összefoglalás, *Pécsi Tudományegyetem*, Pécs, p. 34.
47. Malliaros, F.D., Vazirgiannis, M. (2015): Clustering and Community Detection in Directed Networks: A Survey, *Physics Reports*, Vol. 533, Issue 4, pp. 95-142.
48. Harris, J.M., Hirst, J.L., Mossinghoff, M.J. (2008): *Combinatorics and Graph Theory*, Second Edition, Springer Science+Business Media, LLC, New York, USA, p. 392.
49. Barabási Albert-László (2016): *Network Science*, Cambridge University Press, United Kingdom, p. 456.
50. Brin, S., Page, L. (1998): The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine, *Computer Networks and ISDN Systems*, Vol. 30, pp. 107-117.
51. Porter, M.A., Onnela, J.P., Mucha P.J. (2009): Communities in Networks, *Notices of the American Mathematical Society*, Vol. 56, Number 9, pp. 1082-1101.
52. Prystowsky J.M., Gill, L. (2005): Calculating Web Page Authority Using the PageRank Algorithm, <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779573643166/google.pdf>, Megtekintés dátuma: 2018.03.21.
53. Langville, A.N., Meyer, C.D. (2004): *The Use of the Linear Algebra by Web Search Engines*, Department of Mathematics, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-8205, p. 5.
54. Knape, J., Jonzén, N., Sköld, M. (2011): On observation distributions for state space models of population survey data, *Journal of Animal Ecology*, Vol. 80, pp. 1269-1277.
55. Webler, T., Kastenholz, H., Renn, O. (1995): Public participation in impact assessment: A social learning perspective, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 15, Issue 5, pp. 443-463.
56. Fodor Dénes (2014): *Digitális jelfeldolgozás, egyetemi jegyzet*, Pannon Egyetem.
57. Roweis, S., Ghahramani Z. (1999): A Unifying Review of Linear Gaussian Models, *Neural Computation*, Vol. 11, pp. 305–345.
58. Korondi Péter, Décei-Paróczy Annamária, Knopp Ferenc, Antal Ákos, Halas János, Vass József, Lakatos Béla (2014): *Robotirányítások, egyetemi jegyzet*, BME MOGI.
59. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács (2017): *A Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia második előrehaladási jelentése 2015-2016*, p. 140.
60. Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács (2014): *A Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia első előrehaladási jelentése, Áttekintő összefoglalás*, p. 11.
61. Smith, L.I. (2002): *A tutorial on Principal Components Analysis*, p. 27.
62. Jolliffe, I.T. (2011): *Principal component analysis chapter*, *International encyclopedia of statistical science*, Springer, p. 518.
63. Pongrácz Rita, Bartholy Judit (szerk.) (2013): *Alkalmazott és városklimatológia*, Eötvös Loránd Tudományegyetem.
64. Scharnitzky Viktor (2006): *Mátrixszámítás 10. kiadás*, Műszaki Kiadó, Budapest, p. 339.
65. Gáspár Csaba, Molnárka Győző (2005): *Lineáris algebra és többváltozós függvények*, Széchenyi István Egyetem, Universitas – Győr Nonprofit Kft., p. 161.
66. Fidy Judit, Makarka Gábor (2005): *Biostatisztika, 10. fejezet – Korreláció és regresszió analízis*, InforMed 2002 Kft.

67. MathWorks (é.n.): Correlation coefficients, <https://uk.mathworks.com/help/matlab/ref/corrcoef.html>, Megtekintés dátuma: 2018.03.27.
68. Stoyan G. (2005) Matlab, Typotex, Budapest, p. 439.
69. Ledesma, R.D., Valero-Mora, P.M., Macbeth, G. (2015): The Scree Test and the Number of Factors: a Dynamic Graphics Approach, Spanish Journal of Psychology, Vol. 18, Issue 11, pp. 1-10.
70. Tóthné Parázsó Lenke (2011): A kutatómódszertan matematikai alapjai, Eszterházy Károly Főiskola.
71. Girvan, M., Newman, M.E.J. (2002): Community structure in social and biological networks, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 99, Issue 12, pp. 7821–7826.
72. Fortunato, S. (2010): Community detection in graphs, Physics Report, Vol. 486, pp. 75-174.
73. Bezdek, J.C., Hathaway, R. J. (2002): VAT: A Tool for Visual Assessment of (Cluster) Tendency, Proceedings of the 2002 International Joint Conference on Neural Networks, pp. 2225-2230.
74. Cucurachi, S., Suh, S. (2017): Cause-effect analysis for sustainable development policy, Environmental Reviews, Vol. 25, pp. 358-379.
75. Omri, A., Nguyen, D.K., Rault, C. (2014): Causal interactions between CO₂ emissions, FDI, and economic growth: Evidence from dynamic simultaneous-equation models, MPRA Paper 82504, University Library of Munich, Germany.
76. Soytaş, U., Sari, R., Ewing, B. (2007): Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States, Ecological Economics, Vol. 62, pp. 482-489.
77. Stephens, P.A., Pettorelli, N., Barlow, J., Whittingham, M.J., Cadotte, M.W. (2015): Management by proxy? The use of indices in applied ecology, Journal of applied ecology, Vol. 52, Issue 1, pp. 1-6.
78. Maxim, L., van der Sluijs, J.P. (2011): Quality in environmental science for policy: Assessing uncertainty as a component of policy analysis, Environmental Science & Policy, Vol. 14, pp. 482-492.
79. Billio, M., Getmansky, M., Lo, A.W., Pelizzon, L. (2012): Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors, Journal of Financial Economics, Vol. 104, pp. 539-559.
80. Rubinov, M., Sporns, O. (2010): Complex network measures of brain connectivity: Uses and interpretations, NeuroImage, Vol. 52, pp. 1059-1069.
81. Insight Maker model: The World3 Model: A Detailed World Forecaster, <https://insightmaker.com/insight/92391/Clone-of-The-World3-Model-A-Detailed-World-Forecaster>, Megtekintés dátuma: 2018.07.01.
82. Global SDG Indicators Database, <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/database/>, Megtekintés dátuma: 2018.07.11.
83. Janoušková, S.; Hák, T.; Moldan, B. (2018): Global SDGs Assessments: Helping or Confusing Indicators?, Sustainability, Vol. 10, pp. 1540-1554.
84. Cheung, Y.W., Lai, K.S. (1995): Lag Order and Critical Values of the Augmented Dickey–Fuller Test, Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 13, pp. 277-280.
85. Phillips, P.C.B., Perron, P. (1988): Testing for a unit root in time series regression, Biometrika, Vol. 75, pp. 335-346.

86. Kwiatkowski, D., Phillips, P.C.B., Schmidt, P., Shin, Y. (1992): Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?, *Journal of Econometrics*, Vol. 54, pp. 159-178.
87. Hylleberg, S., Engle, R., Granger, C., Yoo, B. (1990): Seasonal integration and cointegration, *Journal of Econometrics*, Vol. 44, pp. 215-238.
88. Toda, H.Y., Yamamoto, T. (1995): Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes, *Journal of Econometrics*, Vol. 66, pp. 225-250.
89. Taku, Y., Eiji, K. (2006): Tests for Long-Run GrangerNon-Causality in Cointegrated Systems, *Journal of Time Series Analysis*, Vol. 27, pp. 703-723.
90. Rajaguru, G., Abeysinghe, T. (2008): Temporal aggregation, cointegration and causality inference, *Economics Letters*, Vol. 101, pp. 223-226.
91. Raajaguru, G., O'Neill, M., Abeysinghe, T. (2018): Does Systematic Sampling Preserve Granger Causality with an Application to High Frequency Financial Data?, *Econometrics*, Vol. 6, Issue 2, p. 31-55.
92. Barnett, L., Seth, A.K. (2014): The MVGC multivariate Granger causality toolbox: A new approach to Granger-causal inference, *Journal of Neuroscience Methods*, Vol. 223, pp. 50-68.
93. Granger, C. (1969): Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods, *Econometrica*, Vol. 37, pp. 424-438.
94. Hsiao, C. (1982): Autoregressive modeling and causal ordering of economic variables, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 4, pp. 243-259.
95. Yuan, T., Qin, S.J. (2014): Root cause diagnosis of plant-wide oscillations using Granger causality, *Journal of Process Control*, Vol. 24, pp. 450-459.
96. Schwarz, G. (1978): Estimating the Dimension of a Model, *The Annals of Statistics*, Vol. 6, pp. 461-464.
97. Atukeren, E. (2010): The relationship between the F-test and the Schwarz criterion: Implications for Granger-causality tests, *Economics Bulletin*, Vol. 30, pp. 494-499.
98. Duan, P., Yang, F., Chen, T., Shah, S.L. (2013): Direct Causality Detection via the Transfer Entropy Approach, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, Vol. 21, pp. 2052-2066.
99. Sun, X. (2008): Assessing Nonlinear Granger Causality from Multivariate Time Series, *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, pp. 440-455.
100. Prim. R.C. (1957): Shortest connection networks and some generalizations, *The Bell System Technical Journal*, Vol. 36, Issue 6, pp. 1389-1401.
101. World Health Organization (2017): Global tuberculosis report, http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/, Megtekintés dátuna: 2018.08.01.
102. You, D., Hug, L., Ejdemyr, S., Beise, J. (2015): Levels and trends in child mortality. Report 2015. Estimates developed by the UN Inter-agency Group for Child Mortality Estimation, WHO Report, p. 36.
103. Dora, C., Haines, A., Balbus, J., Fletcher, E., Adair-Rohani, H., Alabaster, G., Hossain, R., de Onis, M., Branca, F., Neira, M. (2015): Indicators linking health and sustainability in the post-2015 development agenda, *The Lancet*, Vol. 385, pp. 380-391.

104. Fosu, A.K. (2015): Growth, inequality and poverty in Sub-Saharan Africa: recent progress in a global context, Oxford Development Studies, Vol. 43, pp. 44-59.
105. Ostrom, E. (2009): A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems, Science, Vol. 325, pp. 419-422.
106. Pope, F., McDonagh, S. (2016): On Care for Our Common Home: Laudato Si' - The Encyclical of Pope Francis on the Environment, Ecology and Justice, Obris Books, New York, USA, p. 184.
107. Tamás Pál, Bulla Miklós (szerk.) (2011): Sebezhetőség és adaptáció, A reziliencia esélyei, MTA Szociológiai Kutatóintézet, Budapest.
108. Christensen, I., Dib, A. (2008): The financial accelerator in an estimated New Keynesian model, Review of Economic Dynamics, Vol. 11, Issue 1, pp. 155-178.
109. Rostás, J., Bulla, M. (1990): Komplex környezetértékelési eljárások kidolgozásának megalapozása, Vízügyi Közlemények, LXXII. évfolyam, 1. füzet pp. 36-51.
110. Bulla, M. (1992): Környezetelemzés, Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézet 1. műhely tanulmányosorozat, p. 8.
111. Bulla, M. (2003): A természeti erőforrásokkal való gazdálkodás, Ezredforduló, 2003/1, pp. 20-25.
112. Bulla, M. (2013): Interpretation of sustainability as the social adaptation of resiliency, The sustainable city VIII, Vol. 179, pp. 177-188.
113. Bulla, M., Zseni, A. (2013): Multidisciplinary Expert System for Ex-ante Sustainability Evaluation: An Application for V4 Countries, Visegrad Conference on Common Environmental Problems – 2013, Proceedings of Extended Abstracts, pp. 21-29.
114. Zseni, A., Bulla, M. (2013): The environmental complex knowledge space model and the river basin management planning, Gazdálkodás és Menedzsment Tudományos Konferencia – Környezettudatos gazdálkodás és menedzsment, 2013.At: Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar, Kecskemét.
115. Yates, T.A., Khan, P.Y., Knight, G.M., Taylor, J.G., McHugh, T.D., Lipman, M., Wihte, R.G., Cohen, T., Cobelens, F.G., Wood, R., Moore, D.A.J., Abubakar, I. (2016): The transmission of Mycobacterium tuberculosis in high burden settings, The Lancet Infectious Diseases, Vol. 16, Issue 2, pp. 227-238.
116. Ramsar Convention Secretariat (2013): The Ramsar Convention Manual - A Guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971) 6th edition, p. 112.
117. World Health Organization (2010): Causes of maternal and child deaths, Taking stock of maternal, newborn and child survival, 2000-2010 Decade report, pp. 11-21. online forrás: <https://www.who.int/pmnch/topics/child/countdownreportpages11-21.pdf>, Megtekintés dátuma: 2019.01.11.
118. Enerdata (2018): Global Energy Statistical Yearbook 2018, online forrás: <https://yearbook.enerdata.net/>, Megtekintés dátuma: 2019.01.13.
119. Reddit (2016): Interpreting outputs of pca function, online forrás: https://www.reddit.com/r/matlab/comments/3frc1n/interpreting_outputs_of_pca_function/, Megtekintés dátuma: 2018.12.11.
120. Bulla, M. (1994): Környezetelemzés, a környezet-, gazdaság-, társadalom összefüggésrendszerének vizsgálata. Kandidátusi (CSc) értekezés, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.

121. Kılıkış, Ş. (2015): Composite index for benchmarking local energy systems of Mediterranean port cities, *Energy*, Vol. 92, No. 3, pp. 622-638.
122. Sebestyén, V., Somogyi, V., Szóke, Sz., Utasi, A.: Adapting SDEWES index to two Hungarian cities, *Hungarian Journal of Industry and Chemistry*, Vol. 45, Issue 1, pp. 49-59, 2017.

MELLÉKLETEK

1. számú melléklet

16. táblázat: A KEM modellben elemzett változók eredeti angol nyelvű leírással és a hozzájuk tartozó főkomponens, amely variációját leginkább magyarázzák.

Number	Short description of the variable	Number of PCA(4)	Number of (PCA2)
1	"Adolescent fertility rate (births per 1000 women ages 15-19)"	1	1
2	"Age dependency ratio (% of working-age population)"	2	2
3	"Age dependency ratio old (% of working-age population)"	1	1
4	"Age dependency ratio young (% of working-age population)"	1	1
5	"Agricultural land (% of land area)"	1	1
6	"Agricultural land (sq. km)"	1	1
7	"Agricultural raw materials imports (% of merchandise imports)"	1	1
8	"Alternative and nuclear energy (% of total energy use)"	1	1
9	"Aquaculture production (metric tons)"	3	2
10	"Arable land (% of land area)"	1	1
11	"Arable land (hectares per person)"	1	1
12	"Arable land (hectares)"	1	1
13	"Birth rate crude (per 1000 people)"	1	1
14	"Capture fisheries production (metric tons)"	2	2
15	"Cereal production (metric tons)"	2	2
16	"Cereal yield (kg per hectare)"	2	2
17	"CO2 emissions from electricity and heat production total (% of total fuel combustion)"	3	2
18	"CO2 emissions from manufacturing industries and construction (% of total fuel combustion)"	1	1
19	"CO2 emissions from other sectors excluding residential buildings and commercial and public services (% of total fuel combustion)"	1	1
20	"CO2 emissions from residential buildings and commercial and public services (% of total fuel combustion)"	3	1
21	"CO2 emissions from transport (% of total fuel combustion)"	1	1

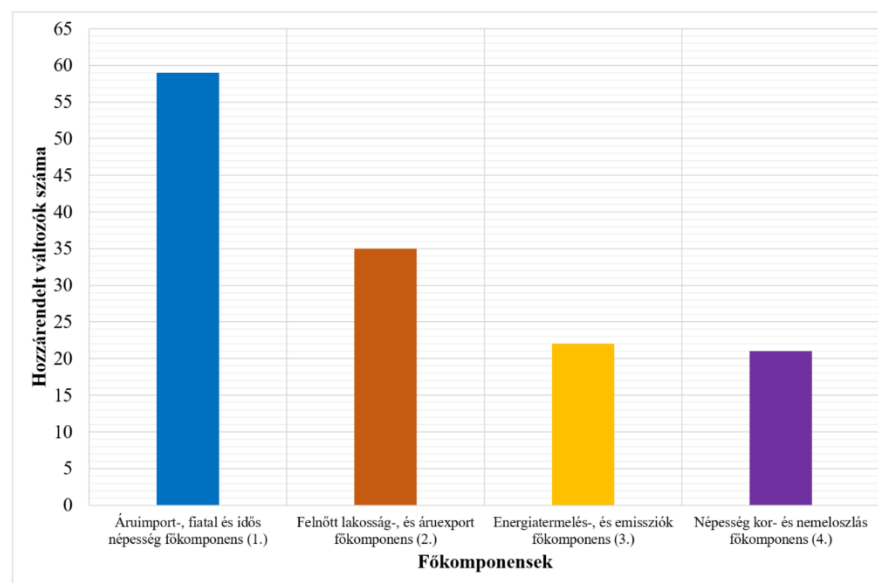
22	"Combustible renewables and waste (% of total energy)"	3	1
23	"Death rate crude (per 1000 people)"	3	2
24	"DEC alternative conversion factor (LCU per US\$)"	1	1
25	"Electric power consumption (kWh per capita)"	1	1
26	"Electric power transmission and distribution losses (% of output)"	3	2
27	"Electricity production from coal sources (% of total)"	1	1
28	"Electricity production from hydroelectric sources (% of total)"	3	2
29	"Electricity production from natural gas sources (% of total)"	4	2
30	"Electricity production from nuclear sources (% of total)"	3	1
31	"Electricity production from oil sources (% of total)"	1	1
32	"Electricity production from oil gas and coal sources (% of total)"	4	1
33	"Electricity production from renewable sources excluding hydroelectric (% of total)"	3	1
34	"Electricity production from renewable sources excluding hydroelectric (kWh)"	3	1
35	"Energy imports net (% of energy use)"	4	1
36	"Energy use (kg of oil equivalent per capita)"	2	2
37	"Fertility rate total (births per woman)"	1	1
38	"Food imports (% of merchandise imports)"	2	2
39	"Fossil fuel energy consumption (% of total)"	1	1
40	"Fuel imports (% of merchandise imports)"	2	2
41	"Land area (sq. km)"	3	2
42	"Land under cereal production (hectares)"	3	2
43	"Life expectancy at birth female (years)"	1	1
44	"Life expectancy at birth male (years)"	3	1
45	"Life expectancy at birth total (years)"	1	1
46	"Manufactures imports (% of merchandise imports)"	3	1
47	"Merchandise exports (current US\$)"	1	1
48	"Merchandise exports by the reporting economy (current US\$)"	1	1
49	"Merchandise exports by the reporting economy residual (% of total merchandise exports)"	1	1

50	"Merchandise exports to economies in the Arab World (% of total merchandise exports)"	2	2
51	"Merchandise exports to high-income economies (% of total merchandise exports)"	1	1
52	"Merchandise exports to low- and middle-income economies in East Asia & Pacific (% of total merchandise exports)"	4	2
53	"Merchandise exports to low- and middle-income economies in Latin America & the Caribbean (% of total merchandise exports)"	2	2
54	"Merchandise exports to low- and middle-income economies in Middle East & North Africa (% of total merchandise exports)"	2	2
55	"Merchandise exports to low- and middle-income economies in South Asia (% of total merchandise exports)"	4	1
56	"Merchandise exports to low- and middle-income economies in Sub-Saharan Africa (% of total merchandise exports)"	2	2
57	"Merchandise exports to low- and middle-income economies outside region (% of total merchandise exports)"	2	2
58	"Merchandise imports (current US\$)"	1	1
59	"Merchandise imports by the reporting economy (current US\$)"	1	1
60	"Merchandise imports by the reporting economy residual (% of total merchandise imports)"	1	1
61	"Merchandise imports from economies in the Arab World (% of total merchandise imports)"	1	1
62	"Merchandise imports from high-income economies (% of total merchandise imports)"	1	1
63	"Merchandise imports from low- and middle-income economies in East Asia & Pacific (% of total merchandise imports)"	1	1
64	"Merchandise imports from low- and middle-income economies in Latin America & the Caribbean (% of total merchandise imports)"	1	1
65	"Merchandise imports from low- and middle-income economies in Middle East & North Africa (% of total merchandise imports)"	2	2
66	"Merchandise imports from low- and middle-income economies in South Asia (% of total merchandise imports)"	4	1
67	"Merchandise imports from low- and middle-income economies in Sub-Saharan Africa (% of total merchandise imports)"	4	1
68	"Merchandise imports from low- and middle-income economies outside region (% of total merchandise imports)"	1	1
69	"Mortality rate adult female (per 1000 female adults)"	3	1
70	"Mortality rate adult male (per 1000 male adults)"	3	2

71	"Mortality rate infant (per 1000 live births)"	1	1
72	"Mortality rate under-5 (per 1000 live births)"	1	1
73	"Number of infant deaths"	1	1
74	"Number of under-five deaths"	1	1
75	"Official exchange rate (LCU per US\$ period average)"	1	1
76	"Ores and metals imports (% of merchandise imports)"	2	2
77	"Patent applications nonresidents"	2	2
78	"Patent applications residents"	2	2
79	"Permanent cropland (% of land area)"	1	1
80	"Population ages 0-14 (% of total)"	1	1
81	"Population ages 0-4 female (% of female population)"	1	1
82	"Population ages 0-4 male (% of male population)"	1	1
83	"Population ages 10-14 female (% of female population)"	4	1
84	"Population ages 10-14 male (% of male population)"	4	1
85	"Population ages 15-19 female (% of female population)"	2	2
86	"Population ages 15-19 male (% of male population)"	2	2
87	"Population ages 15-64 (% of total)"	2	2
88	"Population ages 20-24 female (% of female population)"	2	2
89	"Population ages 20-24 male (% of male population)"	2	2
90	"Population ages 25-29 female (% of female population)"	4	1
91	"Population ages 25-29 male (% of male population)"	4	2
92	"Population ages 30-34 female (% of female population)"	2	2
93	"Population ages 30-34 male (% of male population)"	2	2
94	"Population ages 35-39 female (% of female population)"	4	2
95	"Population ages 35-39 male (% of male population)"	4	2
96	"Population ages 40-44 female (% of female population)"	4	2
97	"Population ages 40-44 male (% of male population)"	4	2
98	"Population ages 45-49 female (% of female population)"	2	2

99	"Population ages 45-49 male (% of male population)"	2	2
100	"Population ages 50-54 female (% of female population)"	4	1
101	"Population ages 50-54 male (% of male population)"	4	1
102	"Population ages 55-59 female (% of female population)"	2	2
103	"Population ages 55-59 male (% of male population)"	2	2
104	"Population ages 5-9 female (% of female population)"	1	1
105	"Population ages 5-9 male (% of male population)"	2	2
106	"Population ages 60-64 female (% of female population)"	4	1
107	"Population ages 60-64 male (% of male population)"	4	1
108	"Population ages 65 and above (% of total)"	1	1
109	"Population ages 65-69 female (% of female population)"	2	2
110	"Population ages 65-69 male (% of male population)"	2	2
111	"Population ages 70-74 female (% of female population)"	4	1
112	"Population ages 70-74 male (% of male population)"	4	1
113	"Population ages 75-79 female (% of female population)"	1	1
114	"Population ages 75-79 male (% of male population)"	2	2
115	"Population ages 80 and above female (% of female population)"	1	1
116	"Population ages 80 and above male (% of male population)"	1	1
117	"Population density (people per sq. km of land area)"	1	1
118	"Population growth (annual %)"	3	2
119	"Population in largest city"	1	1
120	"Population in the largest city (% of urban population)"	1	1
121	"Population in urban agglomerations of more than 1 million"	1	1
122	"Population in urban agglomerations of more than 1 million (% of total population)"	1	1
123	"Population female (% of total)"	1	1
124	"Population total"	1	1
125	"Rural population"	1	1
126	"Rural population (% of total population)"	2	2

127	"Rural population growth (annual %)"	3	2
128	"Survival to age 65 female (% of cohort)"	1	1
129	"Survival to age 65 male (% of cohort)"	3	2
130	"Total fisheries production (metric tons)"	2	2
131	"Trademark applications direct nonresident"	3	2
132	"Trademark applications direct resident"	1	1
133	"Trademark applications total"	3	2
134	"Urban population"	2	2
135	"Urban population (% of total)"	2	2
136	"Urban population growth (annual %)"	3	1
137	"Wholesale price index (2010 = 100)"	1	1



59. ábra: A főkomponensekhez rendelt változók számának megoszlása

2. számú melléklet

17. táblázat: Az ENSZ fenntartható fejlődési céljai, alcéljai és indikátorai eredeti angol nyelven [23]

Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development*		
Sustainable Development Goal indicators should be disaggregated, where relevant, by income, sex, age, race, ethnicity, migratory status, disability and geographic location, or other characteristics, in accordance with the Fundamental Principles of Official Statistics. ¹		
<i>Goals and targets (from the 2030 Agenda for Sustainable Development)</i>	<i>Indicators</i>	<i>UNSD Indicator Codes†</i>
Goal 1. End poverty in all its forms everywhere		
1.1 By 2030, eradicate extreme poverty for all people everywhere, currently measured as people living on less than \$1.25 a day	1.1.1 Proportion of population below the international poverty line, by sex, age, employment status and geographical location (urban/rural)	C010101
1.2 By 2030, reduce at least by half the proportion of men, women and children of all ages living in poverty in all its dimensions according to national definitions	1.2.1 Proportion of population living below the national poverty line, by sex and age	C010201
	1.2.2 Proportion of men, women and children of all ages living in poverty in all its dimensions according to national definitions	C010202
1.3 Implement nationally appropriate social protection systems and measures for all, including floors, and by 2030 achieve substantial coverage of the poor and the vulnerable	1.3.1 Proportion of population covered by social protection floors/systems, by sex, distinguishing children, unemployed persons, older persons, persons with disabilities, pregnant women, newborns, work-injury victims and the poor and the vulnerable	C010301
1.4 By 2030, ensure that all men and women, in particular the poor and the vulnerable, have equal rights to economic resources, as well as access to basic services, ownership and control over land and other forms of property, inheritance, natural resources, appropriate new technology and financial services, including microfinance	1.4.1 Proportion of population living in households with access to basic services	C010401
	1.4.2 Proportion of total adult population with secure tenure rights to land, (a) with legally recognized documentation, and (b) who perceive their rights to land as secure, by sex and type of tenure	C010402
1.5 By 2030, build the resilience of the poor and those in vulnerable situations and reduce their exposure and vulnerability to climate-related extreme events and other economic, social and environmental shocks and disasters	1.5.1 Number of deaths, missing persons and directly affected persons attributed to disasters per 100,000 population	C200303
	1.5.2 Direct economic loss attributed to disasters in relation to global gross domestic product (GDP)	C010502
	1.5.3 Number of countries that adopt and implement national disaster risk reduction strategies in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030	C200304
	1.5.4 Proportion of local governments that adopt and implement local disaster risk reduction strategies in line with national disaster risk reduction strategies	C200305
1.a Ensure significant mobilization of resources from a variety of sources, including through enhanced development	1.a.1 Proportion of domestically generated resources allocated by the government directly to poverty reduction programmes	C010a01

cooperation, in order to provide adequate and predictable means for developing countries, in particular least developed countries, to implement programmes and policies to end poverty in all its dimensions	1.a.2 Proportion of total government spending on essential services (education, health and social protection)	C010a02
	1.a.3 Sum of total grants and non-debt-creating inflows directly allocated to poverty reduction programmes as a proportion of GDP	C010a03
1.b Create sound policy frameworks at the national, regional and international levels, based on pro-poor and gender-sensitive development strategies, to support accelerated investment in poverty eradication actions	1.b.1 Proportion of government recurrent and capital spending to sectors that disproportionately benefit women, the poor and vulnerable groups	C010b01
Goal 2. End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture		
2.1 By 2030, end hunger and ensure access by all people, in particular the poor and people in vulnerable situations, including infants, to safe, nutritious and sufficient food all year round	2.1.1 Prevalence of undernourishment	C020101
	2.1.2 Prevalence of moderate or severe food insecurity in the population, based on the Food Insecurity Experience Scale (FIES)	C020102
2.2 By 2030, end all forms of malnutrition, including achieving, by 2025, the internationally agreed targets on stunting and wasting in children under 5 years of age, and address the nutritional needs of adolescent girls, pregnant and lactating women and older persons	2.2.1 Prevalence of stunting (height for age <-2 standard deviation from the median of the World Health Organization (WHO) Child Growth Standards) among children under 5 years of age	C020201
	2.2.2 Prevalence of malnutrition (weight for height >+2 or <-2 standard deviation from the median of the WHO Child Growth Standards) among children under 5 years of age, by type (wasting and overweight)	C020202
2.3 By 2030, double the agricultural productivity and incomes of small-scale food producers, in particular women, indigenous peoples, family farmers, pastoralists and fishers, including through secure and equal access to land, other productive resources and inputs, knowledge, financial services, markets and opportunities for value addition and non-farm employment	2.3.1 Volume of production per labour unit by classes of farming/pastoral/forestry enterprise size	C020301
	2.3.2 Average income of small-scale food producers, by sex and indigenous status	C020302
2.4 By 2030, ensure sustainable food production systems and implement resilient agricultural practices that increase productivity and production, that help maintain ecosystems, that strengthen capacity for adaptation to climate change, extreme weather, drought, flooding and other disasters and that progressively improve land and soil quality	2.4.1 Proportion of agricultural area under productive and sustainable agriculture	C020401
2.5 By 2020, maintain the genetic diversity of seeds, cultivated plants and farmed and domesticated animals and their related wild species, including through soundly managed and diversified seed and plant banks at the national, regional and international levels, and promote access to and fair and equitable sharing of benefits arising from the utilization of genetic resources and associated traditional knowledge, as internationally agreed	2.5.1 Number of plant and animal genetic resources for food and agriculture secured in either medium- or long-term conservation facilities	C020501
	2.5.2 Proportion of local breeds classified as being at risk, not at risk or at unknown level of risk of extinction	C020502

2.a Increase investment, including through enhanced international cooperation, in rural infrastructure, agricultural research and extension services, technology development and plant and livestock gene banks in order to enhance agricultural productive capacity in developing countries, in particular least developed countries	2.a.1 The agriculture orientation index for government expenditures	C020a01
	2.a.2 Total official flows (official development assistance plus other official flows) to the agriculture sector	C020a02
2.b Correct and prevent trade restrictions and distortions in world agricultural markets, including through the parallel elimination of all forms of agricultural export subsidies and all export measures with equivalent effect, in accordance with the mandate of the Doha Development Round	2.b.1 Agricultural export subsidies	C020b02
2.c Adopt measures to ensure the proper functioning of food commodity markets and their derivatives and facilitate timely access to market information, including on food reserves, in order to help limit extreme food price volatility	2.c.1 Indicator of food price anomalies	C020c01
Goal 3. Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages		
3.1 By 2030, reduce the global maternal mortality ratio to less than 70 per 100,000 live births	3.1.1 Maternal mortality ratio	C030101
	3.1.2 Proportion of births attended by skilled health personnel	C030102
3.2 By 2030, end preventable deaths of newborns and children under 5 years of age, with all countries aiming to reduce neonatal mortality to at least as low as 12 per 1,000 live births and under-5 mortality to at least as low as 25 per 1,000 live births	3.2.1 Under-5 mortality rate	C030201
	3.2.2 Neonatal mortality rate	C030202
3.3 By 2030, end the epidemics of AIDS, tuberculosis, malaria and neglected tropical diseases and combat hepatitis, water-borne diseases and other communicable diseases	3.3.1 Number of new HIV infections per 1,000 uninfected population, by sex, age and key populations	C030301
	3.3.2 Tuberculosis incidence per 100,000 population	C030302
	3.3.3 Malaria incidence per 1,000 population	C030303
	3.3.4 Hepatitis B incidence per 100,000 population	C030304
	3.3.5 Number of people requiring interventions against neglected tropical diseases	C030305
3.4 By 2030, reduce by one third premature mortality from non-communicable diseases through prevention and treatment and promote mental health and well-being	3.4.1 Mortality rate attributed to cardiovascular disease, cancer, diabetes or chronic respiratory disease	C030401
	3.4.2 Suicide mortality rate	C030402
3.5 Strengthen the prevention and treatment of substance abuse, including narcotic drug abuse and harmful use of alcohol	3.5.1 Coverage of treatment interventions (pharmacological, psychosocial and rehabilitation and aftercare services) for substance use disorders	C030501
	3.5.2 Harmful use of alcohol, defined according to the national context as alcohol per capita consumption (aged 15 years and older) within a calendar year in litres of pure alcohol	C030502

3.6 By 2020, halve the number of global deaths and injuries from road traffic accidents	3.6.1 Death rate due to road traffic injuries	C030601
3.7 By 2030, ensure universal access to sexual and reproductive health-care services, including for family planning, information and education, and the integration of reproductive health into national strategies and programmes	3.7.1 Proportion of women of reproductive age (aged 15–49 years) who have their need for family planning satisfied with modern methods	C030701
	3.7.2 Adolescent birth rate (aged 10–14 years; aged 15–19 years) per 1,000 women in that age group	C030702
3.8 Achieve universal health coverage, including financial risk protection, access to quality essential health-care services and access to safe, effective, quality and affordable essential medicines and vaccines for all	3.8.1 Coverage of essential health services (defined as the average coverage of essential services based on tracer interventions that include reproductive, maternal, newborn and child health, infectious diseases, non-communicable diseases and service capacity and access, among the general and the most disadvantaged population)	C030801
	3.8.2 Proportion of population with large household expenditures on health as a share of total household expenditure or income	C030802
3.9 By 2030, substantially reduce the number of deaths and illnesses from hazardous chemicals and air, water and soil pollution and contamination	3.9.1 Mortality rate attributed to household and ambient air pollution	C030901
	3.9.2 Mortality rate attributed to unsafe water, unsafe sanitation and lack of hygiene (exposure to unsafe Water, Sanitation and Hygiene for All (WASH) services)	C030902
	3.9.3 Mortality rate attributed to unintentional poisoning	C030903
3.a Strengthen the implementation of the World Health Organization Framework Convention on Tobacco Control in all countries, as appropriate	3.a.1 Age-standardized prevalence of current tobacco use among persons aged 15 years and older	C030a01
3.b Support the research and development of vaccines and medicines for the communicable and non-communicable diseases that primarily affect developing countries, provide access to affordable essential medicines and vaccines, in accordance with the Doha Declaration on the TRIPS Agreement and Public Health, which affirms the right of developing countries to use to the full the provisions in the Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights regarding flexibilities to protect public health, and, in particular, provide access to medicines for all	3.b.1 Proportion of the target population covered by all vaccines included in their national programme	C030b01
	3.b.2 Total net official development assistance to medical research and basic health sectors	C030b02
	3.b.3 Proportion of health facilities that have a core set of relevant essential medicines available and affordable on a sustainable basis	C030b03
3.c Substantially increase health financing and the recruitment, development, training and retention of the health workforce in developing countries, especially in least developed countries and small island developing States	3.c.1 Health worker density and distribution	C030c01
3.d Strengthen the capacity of all countries, in particular developing countries, for early warning, risk reduction and management of national and global health risks	3.d.1 International Health Regulations (IHR) capacity and health emergency preparedness	C030d01
Goal 4. Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all		

4.1 By 2030, ensure that all girls and boys complete free, equitable and quality primary and secondary education leading to relevant and effective learning outcomes	4.1.1 Proportion of children and young people (a) in grades 2/3; (b) at the end of primary; and (c) at the end of lower secondary achieving at least a minimum proficiency level in (i) reading and (ii) mathematics, by sex	C040101
4.2 By 2030, ensure that all girls and boys have access to quality early childhood development, care and pre-primary education so that they are ready for primary education	4.2.1 Proportion of children under 5 years of age who are developmentally on track in health, learning and psychosocial well-being, by sex	C040201
	4.2.2 Participation rate in organized learning (one year before the official primary entry age), by sex	C040202
4.3 By 2030, ensure equal access for all women and men to affordable and quality technical, vocational and tertiary education, including university	4.3.1 Participation rate of youth and adults in formal and non-formal education and training in the previous 12 months, by sex	C040301
4.4 By 2030, substantially increase the number of youth and adults who have relevant skills, including technical and vocational skills, for employment, decent jobs and entrepreneurship	4.4.1 Proportion of youth and adults with information and communications technology (ICT) skills, by type of skill	C040401
4.5 By 2030, eliminate gender disparities in education and ensure equal access to all levels of education and vocational training for the vulnerable, including persons with disabilities, indigenous peoples and children in vulnerable situations	4.5.1 Parity indices (female/male, rural/urban, bottom/top wealth quintile and others such as disability status, indigenous peoples and conflict-affected, as data become available) for all education indicators on this list that can be disaggregated	C040501
4.6 By 2030, ensure that all youth and a substantial proportion of adults, both men and women, achieve literacy and numeracy	4.6.1 Proportion of population in a given age group achieving at least a fixed level of proficiency in functional (a) literacy and (b) numeracy skills, by sex	C040601
4.7 By 2030, ensure that all learners acquire the knowledge and skills needed to promote sustainable development, including, among others, through education for sustainable development and sustainable lifestyles, human rights, gender equality, promotion of a culture of peace and non-violence, global citizenship and appreciation of cultural diversity and of culture's contribution to sustainable development	4.7.1 Extent to which (i) global citizenship education and (ii) education for sustainable development, including gender equality and human rights, are mainstreamed at all levels in (a) national education policies; (b) curricula; (c) teacher education; and (d) student assessment	C040701
4.a Build and upgrade education facilities that are child, disability and gender sensitive and provide safe, non-violent, inclusive and effective learning environments for all	4.a.1 Proportion of schools with access to (a) electricity; (b) the Internet for pedagogical purposes; (c) computers for pedagogical purposes; (d) adapted infrastructure and materials for students with disabilities; (e) basic drinking water; (f) single-sex basic sanitation facilities; and (g) basic handwashing facilities (as per the WASH indicator definitions)	C040a01
4.b By 2020, substantially expand globally the number of scholarships available to developing countries, in particular least developed countries, small island developing States and African countries, for enrolment in higher education, including vocational training and information and communications technology, technical,	4.b.1 Volume of official development assistance flows for scholarships by sector and type of study	C040b01

engineering and scientific programmes, in developed countries and other developing countries		
4.c By 2030, substantially increase the supply of qualified teachers, including through international cooperation for teacher training in developing countries, especially least developed countries and small island developing States	4.c.1 Proportion of teachers in: (a) pre-primary; (b) primary; (c) lower secondary; and (d) upper secondary education who have received at least the minimum organized teacher training (e.g. pedagogical training) pre-service or in-service required for teaching at the relevant level in a given country	C040c01
Goal 5. Achieve gender equality and empower all women and girls		
5.1 End all forms of discrimination against all women and girls everywhere	5.1.1 Whether or not legal frameworks are in place to promote, enforce and monitor equality and non-discrimination on the basis of sex	C050101
5.2 Eliminate all forms of violence against all women and girls in the public and private spheres, including trafficking and sexual and other types of exploitation	5.2.1 Proportion of ever-partnered women and girls aged 15 years and older subjected to physical, sexual or psychological violence by a current or former intimate partner in the previous 12 months, by form of violence and by age	C050201
	5.2.2 Proportion of women and girls aged 15 years and older subjected to sexual violence by persons other than an intimate partner in the previous 12 months, by age and place of occurrence	C050202
5.3 Eliminate all harmful practices, such as child, early and forced marriage and female genital mutilation	5.3.1 Proportion of women aged 20–24 years who were married or in a union before age 15 and before age 18	C050301
	5.3.2 Proportion of girls and women aged 15–49 years who have undergone female genital mutilation/cutting, by age	C050302
5.4 Recognize and value unpaid care and domestic work through the provision of public services, infrastructure and social protection policies and the promotion of shared responsibility within the household and the family as nationally appropriate	5.4.1 Proportion of time spent on unpaid domestic and care work, by sex, age and location	C050401
5.5 Ensure women’s full and effective participation and equal opportunities for leadership at all levels of decision-making in political, economic and public life	5.5.1 Proportion of seats held by women in (a) national parliaments and (b) local governments	C050501
	5.5.2 Proportion of women in managerial positions	C050502
5.6 Ensure universal access to sexual and reproductive health and reproductive rights as agreed in accordance with the Programme of Action of the International Conference on Population and Development and the Beijing Platform for Action and the outcome documents of their review conferences	5.6.1 Proportion of women aged 15–49 years who make their own informed decisions regarding sexual relations, contraceptive use and reproductive health care	C050601
	5.6.2 Number of countries with laws and regulations that guarantee full and equal access to women and men aged 15 years and older to sexual and reproductive health care, information and education	C050602

5.a Undertake reforms to give women equal rights to economic resources, as well as access to ownership and control over land and other forms of property, financial services, inheritance and natural resources, in accordance with national laws	5.a.1 (a) Proportion of total agricultural population with ownership or secure rights over agricultural land, by sex; and (b) share of women among owners or rights-bearers of agricultural land, by type of tenure	C050a01
	5.a.2 Proportion of countries where the legal framework (including customary law) guarantees women's equal rights to land ownership and/or control	C050a02
5.b Enhance the use of enabling technology, in particular information and communications technology, to promote the empowerment of women	5.b.1 Proportion of individuals who own a mobile telephone, by sex	C050b01
5.c Adopt and strengthen sound policies and enforceable legislation for the promotion of gender equality and the empowerment of all women and girls at all levels	5.c.1 Proportion of countries with systems to track and make public allocations for gender equality and women's empowerment	C050c01
Goal 6. Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all		
6.1 By 2030, achieve universal and equitable access to safe and affordable drinking water for all	6.1.1 Proportion of population using safely managed drinking water services	C060101
6.2 By 2030, achieve access to adequate and equitable sanitation and hygiene for all and end open defecation, paying special attention to the needs of women and girls and those in vulnerable situations	6.2.1 Proportion of population using (a) safely managed sanitation services and (b) a hand-washing facility with soap and water	C060201
6.3 By 2030, improve water quality by reducing pollution, eliminating dumping and minimizing release of hazardous chemicals and materials, halving the proportion of untreated wastewater and substantially increasing recycling and safe reuse globally	6.3.1 Proportion of wastewater safely treated	C060301
	6.3.2 Proportion of bodies of water with good ambient water quality	C060302
6.4 By 2030, substantially increase water-use efficiency across all sectors and ensure sustainable withdrawals and supply of freshwater to address water scarcity and substantially reduce the number of people suffering from water scarcity	6.4.1 Change in water-use efficiency over time	C060401
	6.4.2 Level of water stress: freshwater withdrawal as a proportion of available freshwater resources	C060402
6.5 By 2030, implement integrated water resources management at all levels, including through transboundary cooperation as appropriate	6.5.1 Degree of integrated water resources management implementation (0–100)	C060501
	6.5.2 Proportion of transboundary basin area with an operational arrangement for water cooperation	C060502
6.6 By 2020, protect and restore water-related ecosystems, including mountains, forests, wetlands, rivers, aquifers and lakes	6.6.1 Change in the extent of water-related ecosystems over time	C060601
6.a By 2030, expand international cooperation and capacity-building support to developing countries in water- and sanitation-related activities and programmes, including water harvesting, desalination, water efficiency, wastewater treatment, recycling and reuse technologies	6.a.1 Amount of water- and sanitation-related official development assistance that is part of a government-coordinated spending plan	C060a01
6.b Support and strengthen the participation of local communities in improving water and sanitation management	6.b.1 Proportion of local administrative units with established and operational policies and procedures for participation of local communities in water and sanitation management	C060b01

Goal 7. Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all		
7.1 By 2030, ensure universal access to affordable, reliable and modern energy services	7.1.1 Proportion of population with access to electricity	C070101
	7.1.2 Proportion of population with primary reliance on clean fuels and technology	C070102
7.2 By 2030, increase substantially the share of renewable energy in the global energy mix	7.2.1 Renewable energy share in the total final energy consumption	C070201
7.3 By 2030, double the global rate of improvement in energy efficiency	7.3.1 Energy intensity measured in terms of primary energy and GDP	C070301
7.a By 2030, enhance international cooperation to facilitate access to clean energy research and technology, including renewable energy, energy efficiency and advanced and cleaner fossil-fuel technology, and promote investment in energy infrastructure and clean energy technology	7.a.1 International financial flows to developing countries in support of clean energy research and development and renewable energy production, including in hybrid systems	C070a01
7.b By 2030, expand infrastructure and upgrade technology for supplying modern and sustainable energy services for all in developing countries, in particular least developed countries, small island developing States and landlocked developing countries, in accordance with their respective programmes of support	7.b.1 Investments in energy efficiency as a proportion of GDP and the amount of foreign direct investment in financial transfer for infrastructure and technology to sustainable development services	C070b01
Goal 8. Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all		
8.1 Sustain per capita economic growth in accordance with national circumstances and, in particular, at least 7 per cent gross domestic product growth per annum in the least developed countries	8.1.1 Annual growth rate of real GDP per capita	C080101
8.2 Achieve higher levels of economic productivity through diversification, technological upgrading and innovation, including through a focus on high-value added and labour-intensive sectors	8.2.1 Annual growth rate of real GDP per employed person	C080201
8.3 Promote development-oriented policies that support productive activities, decent job creation, entrepreneurship, creativity and innovation, and encourage the formalization and growth of micro-, small- and medium-sized enterprises, including through access to financial services	8.3.1 Proportion of informal employment in non-agriculture employment, by sex	C080301
8.4 Improve progressively, through 2030, global resource efficiency in consumption and production and endeavour to decouple economic growth from environmental degradation, in accordance with the 10-Year Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production, with developed countries taking the lead	8.4.1 Material footprint, material footprint per capita, and material footprint per GDP	C200202
	8.4.2 Domestic material consumption, domestic material consumption per capita, and domestic material consumption per GDP	C200203
8.5 By 2030, achieve full and productive employment and decent work for all women and men, including for young people and persons with disabilities, and equal pay for work of equal value	8.5.1 Average hourly earnings of female and male employees, by occupation, age and persons with disabilities	C080501
	8.5.2 Unemployment rate, by sex, age and persons with disabilities	C080502

8.6 By 2020, substantially reduce the proportion of youth not in employment, education or training	8.6.1 Proportion of youth (aged 15–24 years) not in education, employment or training	C080601
8.7 Take immediate and effective measures to eradicate forced labour, end modern slavery and human trafficking and secure the prohibition and elimination of the worst forms of child labour, including recruitment and use of child soldiers, and by 2025 end child labour in all its forms	8.7.1 Proportion and number of children aged 5–17 years engaged in child labour, by sex and age	C080701
8.8 Protect labour rights and promote safe and secure working environments for all workers, including migrant workers, in particular women migrants, and those in precarious employment	8.8.1 Frequency rates of fatal and non-fatal occupational injuries, by sex and migrant status	C080801
	8.8.2 Level of national compliance with labour rights (freedom of association and collective bargaining) based on International Labour Organization (ILO) textual sources and national legislation, by sex and migrant status	C080802
8.9 By 2030, devise and implement policies to promote sustainable tourism that creates jobs and promotes local culture and products	8.9.1 Tourism direct GDP as a proportion of total GDP and in growth rate	C080901
	8.9.2 Proportion of jobs in sustainable tourism industries out of total tourism jobs	C080902
8.10 Strengthen the capacity of domestic financial institutions to encourage and expand access to banking, insurance and financial services for all	8.10.1 (a) Number of commercial bank branches per 100,000 adults and (b) number of automated teller machines (ATMs) per 100,000 adults	C081001
	8.10.2 Proportion of adults (15 years and older) with an account at a bank or other financial institution or with a mobile-money-service provider	C081002
8.a Increase Aid for Trade support for developing countries, in particular least developed countries, including through the Enhanced Integrated Framework for Trade-related Technical Assistance to Least Developed Countries	8.a.1 Aid for Trade commitments and disbursements	C080a01
8.b By 2020, develop and operationalize a global strategy for youth employment and implement the Global Jobs Pact of the International Labour Organization	8.b.1 Existence of a developed and operationalized national strategy for youth employment, as a distinct strategy or as part of a national employment strategy	C080b01
Goal 9. Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation		
9.1 Develop quality, reliable, sustainable and resilient infrastructure, including regional and transborder infrastructure, to support economic development and human well-being, with a focus on affordable and equitable access for all	9.1.1 Proportion of the rural population who live within 2 km of an all-season road	C090101
	9.1.2 Passenger and freight volumes, by mode of transport	C090102
9.2 Promote inclusive and sustainable industrialization and, by 2030, significantly raise industry's share of employment and gross domestic product, in line with national circumstances, and double its share in least developed countries	9.2.1 Manufacturing value added as a proportion of GDP and per capita	C090201
	9.2.2 Manufacturing employment as a proportion of total employment	C090202
9.3 Increase the access of small-scale industrial and other enterprises, in particular	9.3.1 Proportion of small-scale industries in total industry value added	C090301

in developing countries, to financial services, including affordable credit, and their integration into value chains and markets	9.3.2 Proportion of small-scale industries with a loan or line of credit	C090302
9.4 By 2030, upgrade infrastructure and retrofit industries to make them sustainable, with increased resource-use efficiency and greater adoption of clean and environmentally sound technologies and industrial processes, with all countries taking action in accordance with their respective capabilities	9.4.1 CO ₂ emission per unit of value added	C090401
9.5 Enhance scientific research, upgrade the technological capabilities of industrial sectors in all countries, in particular developing countries, including, by 2030, encouraging innovation and substantially increasing the number of research and development workers per 1 million people and public and private research and development spending	9.5.1 Research and development expenditure as a proportion of GDP	C090501
	9.5.2 Researchers (in full-time equivalent) per million inhabitants	C090502
9.a Facilitate sustainable and resilient infrastructure development in developing countries through enhanced financial, technological and technical support to African countries, least developed countries, landlocked developing countries and small island developing States	9.a.1 Total official international support (official development assistance plus other official flows) to infrastructure	C090a01
9.b Support domestic technology development, research and innovation in developing countries, including by ensuring a conducive policy environment for, inter alia, industrial diversification and value addition to commodities	9.b.1 Proportion of medium and high-tech industry value added in total value added	C090b01
9.c Significantly increase access to information and communications technology and strive to provide universal and affordable access to the Internet in least developed countries by 2020	9.c.1 Proportion of population covered by a mobile network, by technology	C090c01
Goal 10. Reduce inequality within and among countries		
10.1 By 2030, progressively achieve and sustain income growth of the bottom 40 per cent of the population at a rate higher than the national average	10.1.1 Growth rates of household expenditure or income per capita among the bottom 40 per cent of the population and the total population	C100101
10.2 By 2030, empower and promote the social, economic and political inclusion of all, irrespective of age, sex, disability, race, ethnicity, origin, religion or economic or other status	10.2.1 Proportion of people living below 50 per cent of median income, by sex, age and persons with disabilities	C100201
10.3 Ensure equal opportunity and reduce inequalities of outcome, including by eliminating discriminatory laws, policies and practices and promoting appropriate legislation, policies and action in this regard	10.3.1 Proportion of population reporting having personally felt discriminated against or harassed in the previous 12 months on the basis of a ground of discrimination prohibited under international human rights law	C200204
10.4 Adopt policies, especially fiscal, wage and social protection policies, and progressively achieve greater equality	10.4.1 Labour share of GDP, comprising wages and social protection transfers	C100401

10.5 Improve the regulation and monitoring of global financial markets and institutions and strengthen the implementation of such regulations	10.5.1 Financial Soundness Indicators	C100501
10.6 Ensure enhanced representation and voice for developing countries in decision-making in global international economic and financial institutions in order to deliver more effective, credible, accountable and legitimate institutions	10.6.1 Proportion of members and voting rights of developing countries in international organizations	C200205
10.7 Facilitate orderly, safe, regular and responsible migration and mobility of people, including through the implementation of planned and well-managed migration policies	10.7.1 Recruitment cost borne by employee as a proportion of yearly income earned in country of destination	C100701
	10.7.2 Number of countries that have implemented well-managed migration policies	C100702
10.a Implement the principle of special and differential treatment for developing countries, in particular least developed countries, in accordance with World Trade Organization agreements	10.a.1 Proportion of tariff lines applied to imports from least developed countries and developing countries with zero-tariff	C100a01
10.b Encourage official development assistance and financial flows, including foreign direct investment, to States where the need is greatest, in particular least developed countries, African countries, small island developing States and landlocked developing countries, in accordance with their national plans and programmes	10.b.1 Total resource flows for development, by recipient and donor countries and type of flow (e.g. official development assistance, foreign direct investment and other flows)	C100b01
10.c By 2030, reduce to less than 3 per cent the transaction costs of migrant remittances and eliminate remittance corridors with costs higher than 5 per cent	10.c.1 Remittance costs as a proportion of the amount remitted	C100c01
Goal 11. Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable		
11.1 By 2030, ensure access for all to adequate, safe and affordable housing and basic services and upgrade slums	11.1.1 Proportion of urban population living in slums, informal settlements or inadequate housing	C110101
11.2 By 2030, provide access to safe, affordable, accessible and sustainable transport systems for all, improving road safety, notably by expanding public transport, with special attention to the needs of those in vulnerable situations, women, children, persons with disabilities and older persons	11.2.1 Proportion of population that has convenient access to public transport, by sex, age and persons with disabilities	C110201
11.3 By 2030, enhance inclusive and sustainable urbanization and capacity for participatory, integrated and sustainable human settlement planning and management in all countries	11.3.1 Ratio of land consumption rate to population growth rate	C110301
	11.3.2 Proportion of cities with a direct participation structure of civil society in urban planning and management that operate regularly and democratically	C110302

11.4 Strengthen efforts to protect and safeguard the world's cultural and natural heritage	11.4.1 Total expenditure (public and private) per capita spent on the preservation, protection and conservation of all cultural and natural heritage, by type of heritage (cultural, natural, mixed and World Heritage Centre designation), level of government (national, regional and local/municipal), type of expenditure (operating expenditure/investment) and type of private funding (donations in kind, private non-profit sector and sponsorship)	C110401
11.5 By 2030, significantly reduce the number of deaths and the number of people affected and substantially decrease the direct economic losses relative to global gross domestic product caused by disasters, including water-related disasters, with a focus on protecting the poor and people in vulnerable situations	11.5.1 Number of deaths, missing persons and directly affected persons attributed to disasters per 100,000 population	C200303
	11.5.2 Direct economic loss in relation to global GDP, damage to critical infrastructure and number of disruptions to basic services, attributed to disasters	C110502
11.6 By 2030, reduce the adverse per capita environmental impact of cities, including by paying special attention to air quality and municipal and other waste management	11.6.1 Proportion of urban solid waste regularly collected and with adequate final discharge out of total urban solid waste generated, by cities	C110601
	11.6.2 Annual mean levels of fine particulate matter (e.g. PM2.5 and PM10) in cities (population weighted)	C110602
11.7 By 2030, provide universal access to safe, inclusive and accessible, green and public spaces, in particular for women and children, older persons and persons with disabilities	11.7.1 Average share of the built-up area of cities that is open space for public use for all, by sex, age and persons with disabilities	C110701
	11.7.2 Proportion of persons victim of physical or sexual harassment, by sex, age, disability status and place of occurrence, in the previous 12 months	C110702
11.a Support positive economic, social and environmental links between urban, peri-urban and rural areas by strengthening national and regional development planning	11.a.1 Proportion of population living in cities that implement urban and regional development plans integrating population projections and resource needs, by size of city	C110a01
11.b By 2020, substantially increase the number of cities and human settlements adopting and implementing integrated policies and plans towards inclusion, resource efficiency, mitigation and adaptation to climate change, resilience to disasters, and develop and implement, in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030, holistic disaster risk management at all levels	11.b.1 Number of countries that adopt and implement national disaster risk reduction strategies in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030	C200304
	11.b.2 Proportion of local governments that adopt and implement local disaster risk reduction strategies in line with national disaster risk reduction strategies	C200305
11.c Support least developed countries, including through financial and technical assistance, in building sustainable and resilient buildings utilizing local materials	11.c.1 Proportion of financial support to the least developed countries that is allocated to the construction and retrofitting of sustainable, resilient and resource-efficient buildings utilizing local materials	C110c01
Goal 12. Ensure sustainable consumption and production patterns		
12.1 Implement the 10-Year Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production Patterns, all countries taking action, with developed countries taking the lead, taking into account the development and capabilities of developing countries	12.1.1 Number of countries with sustainable consumption and production (SCP) national action plans or SCP mainstreamed as a priority or a target into national policies	C120101

12.2 By 2030, achieve the sustainable management and efficient use of natural resources	12.2.1 Material footprint, material footprint per capita, and material footprint per GDP	C200202
	12.2.2 Domestic material consumption, domestic material consumption per capita, and domestic material consumption per GDP	C200203
12.3 By 2030, halve per capita global food waste at the retail and consumer levels and reduce food losses along production and supply chains, including post-harvest losses	12.3.1 Global food loss index	C120301
12.4 By 2020, achieve the environmentally sound management of chemicals and all wastes throughout their life cycle, in accordance with agreed international frameworks, and significantly reduce their release to air, water and soil in order to minimize their adverse impacts on human health and the environment	12.4.1 Number of parties to international multilateral environmental agreements on hazardous waste, and other chemicals that meet their commitments and obligations in transmitting information as required by each relevant agreement	C120401
	12.4.2 Hazardous waste generated per capita and proportion of hazardous waste treated, by type of treatment	C120402
12.5 By 2030, substantially reduce waste generation through prevention, reduction, recycling and reuse	12.5.1 National recycling rate, tons of material recycled	C120501
12.6 Encourage companies, especially large and transnational companies, to adopt sustainable practices and to integrate sustainability information into their reporting cycle	12.6.1 Number of companies publishing sustainability reports	C120601
12.7 Promote public procurement practices that are sustainable, in accordance with national policies and priorities	12.7.1 Number of countries implementing sustainable public procurement policies and action plans	C120701
12.8 By 2030, ensure that people everywhere have the relevant information and awareness for sustainable development and lifestyles in harmony with nature	12.8.1 Extent to which (i) global citizenship education and (ii) education for sustainable development (including climate change education) are mainstreamed in (a) national education policies; (b) curricula; (c) teacher education; and (d) student assessment	C120801
12.a Support developing countries to strengthen their scientific and technological capacity to move towards more sustainable patterns of consumption and production	12.a.1 Amount of support to developing countries on research and development for sustainable consumption and production and environmentally sound technologies	C120a01
12.b Develop and implement tools to monitor sustainable development impacts for sustainable tourism that creates jobs and promotes local culture and products	12.b.1 Number of sustainable tourism strategies or policies and implemented action plans with agreed monitoring and evaluation tools	C120b01
12.c Rationalize inefficient fossil-fuel subsidies that encourage wasteful consumption by removing market distortions, in accordance with national circumstances, including by restructuring taxation and phasing out those harmful subsidies, where they exist, to reflect their environmental impacts, taking fully into account the specific needs and conditions of developing countries and minimizing the possible adverse impacts on their development in a manner that protects the poor and the affected communities	12.c.1 Amount of fossil-fuel subsidies per unit of GDP (production and consumption) and as a proportion of total national expenditure on fossil fuels	C120c01

Goal 13. Take urgent action to combat climate change and its impacts²

13.1 Strengthen resilience and adaptive capacity to climate-related hazards and natural disasters in all countries	13.1.1 Number of deaths, missing persons and directly affected persons attributed to disasters per 100,000 population	C200303
	13.1.2 Number of countries that adopt and implement national disaster risk reduction strategies in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030	C200304
	13.1.3 Proportion of local governments that adopt and implement local disaster risk reduction strategies in line with national disaster risk reduction strategies	C200305
13.2 Integrate climate change measures into national policies, strategies and planning	13.2.1 Number of countries that have communicated the establishment or operationalization of an integrated policy/strategy/plan which increases their ability to adapt to the adverse impacts of climate change, and foster climate resilience and low greenhouse gas emissions development in a manner that does not threaten food production (including a national adaptation plan, nationally determined contribution, national communication, biennial update report or other)	C130201
13.3 Improve education, awareness-raising and human and institutional capacity on climate change mitigation, adaptation, impact reduction and early warning	13.3.1 Number of countries that have integrated mitigation, adaptation, impact reduction and early warning into primary, secondary and tertiary curricula	C130301
	13.3.2 Number of countries that have communicated the strengthening of institutional, systemic and individual capacity-building to implement adaptation, mitigation and technology transfer, and development actions	C130302
13.a Implement the commitment undertaken by developed-country parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change to a goal of mobilizing jointly \$100 billion annually by 2020 from all sources to address the needs of developing countries in the context of meaningful mitigation actions and transparency on implementation and fully operationalize the Green Climate Fund through its capitalization as soon as possible	13.a.1 Mobilized amount of United States dollars per year between 2020 and 2025 accountable towards the \$100 billion commitment	C130a01
13.b Promote mechanisms for raising capacity for effective climate change-related planning and management in least developed countries and small island developing States, including focusing on women, youth and local and marginalized communities	13.b.1 Number of least developed countries and small island developing States that are receiving specialized support, and amount of support, including finance, technology and capacity-building, for mechanisms for raising capacities for effective climate change-related planning and management, including focusing on women, youth and local and marginalized communities	C130b01
Goal 14. Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development		

14.1 By 2025, prevent and significantly reduce marine pollution of all kinds, in particular from land-based activities, including marine debris and nutrient pollution	14.1.1 Index of coastal eutrophication and floating plastic debris density	C140101
14.2 By 2020, sustainably manage and protect marine and coastal ecosystems to avoid significant adverse impacts, including by strengthening their resilience, and take action for their restoration in order to achieve healthy and productive oceans	14.2.1 Proportion of national exclusive economic zones managed using ecosystem-based approaches	C140201
14.3 Minimize and address the impacts of ocean acidification, including through enhanced scientific cooperation at all levels	14.3.1 Average marine acidity (pH) measured at agreed suite of representative sampling stations	C140301
14.4 By 2020, effectively regulate harvesting and end overfishing, illegal, unreported and unregulated fishing and destructive fishing practices and implement science-based management plans, in order to restore fish stocks in the shortest time feasible, at least to levels that can produce maximum sustainable yield as determined by their biological characteristics	14.4.1 Proportion of fish stocks within biologically sustainable levels	C140401
14.5 By 2020, conserve at least 10 per cent of coastal and marine areas, consistent with national and international law and based on the best available scientific information	14.5.1 Coverage of protected areas in relation to marine areas	C140501
14.6 By 2020, prohibit certain forms of fisheries subsidies which contribute to overcapacity and overfishing, eliminate subsidies that contribute to illegal, unreported and unregulated fishing and refrain from introducing new such subsidies, recognizing that appropriate and effective special and differential treatment for developing and least developed countries should be an integral part of the World Trade Organization fisheries subsidies negotiation ³	14.6.1 Progress by countries in the degree of implementation of international instruments aiming to combat illegal, unreported and unregulated fishing	C140601
14.7 By 2030, increase the economic benefits to small island developing States and least developed countries from the sustainable use of marine resources, including through sustainable management of fisheries, aquaculture and tourism	14.7.1 Sustainable fisheries as a proportion of GDP in small island developing States, least developed countries and all countries	C140701
14.a Increase scientific knowledge, develop research capacity and transfer marine technology, taking into account the Intergovernmental Oceanographic Commission Criteria and Guidelines on the Transfer of Marine Technology, in order to improve ocean health and to enhance the contribution of marine biodiversity to the development of developing countries, in particular small island developing States and least developed countries	14.a.1 Proportion of total research budget allocated to research in the field of marine technology	C140a01
14.b Provide access for small-scale artisanal fishers to marine resources and markets	14.b.1 Progress by countries in the degree of application of a legal/regulatory/policy/institutional framework which recognizes and protects access rights for small-scale fisheries	C140b01

14.c Enhance the conservation and sustainable use of oceans and their resources by implementing international law as reflected in the United Nations Convention on the Law of the Sea, which provides the legal framework for the conservation and sustainable use of oceans and their resources, as recalled in paragraph 158 of “The future we want”	14.c.1 Number of countries making progress in ratifying, accepting and implementing through legal, policy and institutional frameworks, ocean-related instruments that implement international law, as reflected in the United Nations Convention on the Law of the Sea, for the conservation and sustainable use of the oceans and their resources	C140c01
Goal 15. Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss		
15.1 By 2020, ensure the conservation, restoration and sustainable use of terrestrial and inland freshwater ecosystems and their services, in particular forests, wetlands, mountains and drylands, in line with obligations under international agreements	15.1.1 Forest area as a proportion of total land area	C150101
	15.1.2 Proportion of important sites for terrestrial and freshwater biodiversity that are covered by protected areas, by ecosystem type	C150102
15.2 By 2020, promote the implementation of sustainable management of all types of forests, halt deforestation, restore degraded forests and substantially increase afforestation and reforestation globally	15.2.1 Progress towards sustainable forest management	C150201
15.3 By 2030, combat desertification, restore degraded land and soil, including land affected by desertification, drought and floods, and strive to achieve a land degradation-neutral world	15.3.1 Proportion of land that is degraded over total land area	C150301
15.4 By 2030, ensure the conservation of mountain ecosystems, including their biodiversity, in order to enhance their capacity to provide benefits that are essential for sustainable development	15.4.1 Coverage by protected areas of important sites for mountain biodiversity	C150401
	15.4.2 Mountain Green Cover Index	C150402
15.5 Take urgent and significant action to reduce the degradation of natural habitats, halt the loss of biodiversity and, by 2020, protect and prevent the extinction of threatened species	15.5.1 Red List Index	C150501
15.6 Promote fair and equitable sharing of the benefits arising from the utilization of genetic resources and promote appropriate access to such resources, as internationally agreed	15.6.1 Number of countries that have adopted legislative, administrative and policy frameworks to ensure fair and equitable sharing of benefits	C150601
15.7 Take urgent action to end poaching and trafficking of protected species of flora and fauna and address both demand and supply of illegal wildlife products	15.7.1 Proportion of traded wildlife that was poached or illicitly trafficked	C200206
15.8 By 2020, introduce measures to prevent the introduction and significantly reduce the impact of invasive alien species on land and water ecosystems and control or eradicate the priority species	15.8.1 Proportion of countries adopting relevant national legislation and adequately resourcing the prevention or control of invasive alien species	C150801
15.9 By 2020, integrate ecosystem and biodiversity values into national and local planning, development processes, poverty reduction strategies and accounts	15.9.1 Progress towards national targets established in accordance with Aichi Biodiversity Target 2 of the Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020	C150901
15.a Mobilize and significantly increase financial resources from all sources to	15.a.1 Official development assistance and public expenditure on conservation and	C200207

conserve and sustainably use biodiversity and ecosystems	sustainable use of biodiversity and ecosystems	
15.b Mobilize significant resources from all sources and at all levels to finance sustainable forest management and provide adequate incentives to developing countries to advance such management, including for conservation and reforestation	15.b.1 Official development assistance and public expenditure on conservation and sustainable use of biodiversity and ecosystems	C200207
15.c Enhance global support for efforts to combat poaching and trafficking of protected species, including by increasing the capacity of local communities to pursue sustainable livelihood opportunities	15.c.1 Proportion of traded wildlife that was poached or illicitly trafficked	C200206
Goal 16. Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels		
16.1 Significantly reduce all forms of violence and related death rates everywhere	16.1.1 Number of victims of intentional homicide per 100,000 population, by sex and age	C160101
	16.1.2 Conflict-related deaths per 100,000 population, by sex, age and cause	C160102
	16.1.3 Proportion of population subjected to (a) physical violence, (b) psychological violence and (c) sexual violence in the previous 12 months	C160103
	16.1.4 Proportion of population that feel safe walking alone around the area they live	C160104
16.2 End abuse, exploitation, trafficking and all forms of violence against and torture of children	16.2.1 Proportion of children aged 1–17 years who experienced any physical punishment and/or psychological aggression by caregivers in the past month	C160201
	16.2.2 Number of victims of human trafficking per 100,000 population, by sex, age and form of exploitation	C160202
	16.2.3 Proportion of young women and men aged 18–29 years who experienced sexual violence by age 18	C160203
16.3 Promote the rule of law at the national and international levels and ensure equal access to justice for all	16.3.1 Proportion of victims of violence in the previous 12 months who reported their victimization to competent authorities or other officially recognized conflict resolution mechanisms	C160301
	16.3.2 Unsentenced detainees as a proportion of overall prison population	C160302
16.4 By 2030, significantly reduce illicit financial and arms flows, strengthen the recovery and return of stolen assets and combat all forms of organized crime	16.4.1 Total value of inward and outward illicit financial flows (in current United States dollars)	C160401
	16.4.2 Proportion of seized, found or surrendered arms whose illicit origin or context has been traced or established by a competent authority in line with international instruments	C160402
16.5 Substantially reduce corruption and bribery in all their forms	16.5.1 Proportion of persons who had at least one contact with a public official and who paid a bribe to a public official, or were asked for a bribe by those public officials, during the previous 12 months	C160501

	16.5.2 Proportion of businesses that had at least one contact with a public official and that paid a bribe to a public official, or were asked for a bribe by those public officials during the previous 12 months	C160502
16.6 Develop effective, accountable and transparent institutions at all levels	16.6.1 Primary government expenditures as a proportion of original approved budget, by sector (or by budget codes or similar)	C160601
	16.6.2 Proportion of population satisfied with their last experience of public services	C160602
16.7 Ensure responsive, inclusive, participatory and representative decision-making at all levels	16.7.1 Proportions of positions (by sex, age, persons with disabilities and population groups) in public institutions (national and local legislatures, public service, and judiciary) compared to national distributions	C160701
	16.7.2 Proportion of population who believe decision-making is inclusive and responsive, by sex, age, disability and population group	C160702
16.8 Broaden and strengthen the participation of developing countries in the institutions of global governance	16.8.1 Proportion of members and voting rights of developing countries in international organizations	C200205
16.9 By 2030, provide legal identity for all, including birth registration	16.9.1 Proportion of children under 5 years of age whose births have been registered with a civil authority, by age	C160901
16.10 Ensure public access to information and protect fundamental freedoms, in accordance with national legislation and international agreements	16.10.1 Number of verified cases of killing, kidnapping, enforced disappearance, arbitrary detention and torture of journalists, associated media personnel, trade unionists and human rights advocates in the previous 12 months	C161001
	16.10.2 Number of countries that adopt and implement constitutional, statutory and/or policy guarantees for public access to information	C161002
16.a Strengthen relevant national institutions, including through international cooperation, for building capacity at all levels, in particular in developing countries, to prevent violence and combat terrorism and crime	16.a.1 Existence of independent national human rights institutions in compliance with the Paris Principles	C160a01
16.b Promote and enforce non-discriminatory laws and policies for sustainable development	16.b.1 Proportion of population reporting having personally felt discriminated against or harassed in the previous 12 months on the basis of a ground of discrimination prohibited under international human rights law	C200204
Goal 17. Strengthen the means of implementation and revitalize the Global Partnership for Sustainable Development		
17.1 Strengthen domestic resource mobilization, including through international support to developing countries, to improve domestic capacity for tax and other revenue collection	17.1.1 Total government revenue as a proportion of GDP, by source	C170101
	17.1.2 Proportion of domestic budget funded by domestic taxes	C170102

17.2 Developed countries to implement fully their official development assistance commitments, including the commitment by many developed countries to achieve the target of 0.7 per cent of gross national income for official development assistance (ODA/GNI) to developing countries and 0.15 to 0.20 per cent of ODA/GNI to least developed countries; ODA providers are encouraged to consider setting a target to provide at least 0.20 per cent of ODA/GNI to least developed countries	17.2.1 Net official development assistance, total and to least developed countries, as a proportion of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) Development Assistance Committee donors' gross national income (GNI)	C170201
17.3 Mobilize additional financial resources for developing countries from multiple sources	17.3.1 Foreign direct investment (FDI), official development assistance and South-South cooperation as a proportion of total domestic budget	C170301
	17.3.2 Volume of remittances (in United States dollars) as a proportion of total GDP	C170302
17.4 Assist developing countries in attaining long-term debt sustainability through coordinated policies aimed at fostering debt financing, debt relief and debt restructuring, as appropriate, and address the external debt of highly indebted poor countries to reduce debt distress	17.4.1 Debt service as a proportion of exports of goods and services	C170401
17.5 Adopt and implement investment promotion regimes for least developed countries	17.5.1 Number of countries that adopt and implement investment promotion regimes for least developed countries	C170501
17.6 Enhance North-South, South-South and triangular regional and international cooperation on and access to science, technology and innovation and enhance knowledge-sharing on mutually agreed terms, including through improved coordination among existing mechanisms, in particular at the United Nations level, and through a global technology facilitation mechanism	17.6.1 Number of science and/or technology cooperation agreements and programmes between countries, by type of cooperation	C170601
	17.6.2 Fixed Internet broadband subscriptions per 100 inhabitants, by speed	C170602
17.7 Promote the development, transfer, dissemination and diffusion of environmentally sound technologies to developing countries on favourable terms, including on concessional and preferential terms, as mutually agreed	17.7.1 Total amount of approved funding for developing countries to promote the development, transfer, dissemination and diffusion of environmentally sound technologies	C170701
17.8 Fully operationalize the technology bank and science, technology and innovation capacity-building mechanism for least developed countries by 2017 and enhance the use of enabling technology, in particular information and communications technology	17.8.1 Proportion of individuals using the Internet	C170801
17.9 Enhance international support for implementing effective and targeted capacity-building in developing countries to support national plans to implement all the Sustainable Development Goals, including through North-South, South-South and triangular cooperation	17.9.1 Dollar value of financial and technical assistance (including through North-South, South-South and triangular cooperation) committed to developing countries	C170901

17.10 Promote a universal, rules-based, open, non-discriminatory and equitable multilateral trading system under the World Trade Organization, including through the conclusion of negotiations under its Doha Development Agenda	17.10.1 Worldwide weighted tariff-average	C171001
17.11 Significantly increase the exports of developing countries, in particular with a view to doubling the least developed countries' share of global exports by 2020	17.11.1 Developing countries' and least developed countries' share of global exports	C171101
17.12 Realize timely implementation of duty-free and quota-free market access on a lasting basis for all least developed countries, consistent with World Trade Organization decisions, including by ensuring that preferential rules of origin applicable to imports from least developed countries are transparent and simple, and contribute to facilitating market access	17.12.1 Average tariffs faced by developing countries, least developed countries and small island developing States	C171201
17.13 Enhance global macroeconomic stability, including through policy coordination and policy coherence	17.13.1 Macroeconomic Dashboard	C171301
17.14 Enhance policy coherence for sustainable development	17.14.1 Number of countries with mechanisms in place to enhance policy coherence of sustainable development	C171401
17.15 Respect each country's policy space and leadership to establish and implement policies for poverty eradication and sustainable development	17.15.1 Extent of use of country-owned results frameworks and planning tools by providers of development cooperation	C171501
17.16 Enhance the Global Partnership for Sustainable Development, complemented by multi-stakeholder partnerships that mobilize and share knowledge, expertise, technology and financial resources, to support the achievement of the Sustainable Development Goals in all countries, in particular developing countries	17.16.1 Number of countries reporting progress in multi-stakeholder development effectiveness monitoring frameworks that support the achievement of the sustainable development goals	C171601
17.17 Encourage and promote effective public, public-private and civil society partnerships, building on the experience and resourcing strategies of partnerships	17.17.1 Amount of United States dollars committed to (a) public-private partnerships and (b) civil society partnerships	C171701
17.18 By 2020, enhance capacity-building support to developing countries, including for least developed countries and small island developing States, to increase significantly the availability of high-quality, timely and reliable data disaggregated by income, gender, age, race, ethnicity, migratory status, disability, geographic location and other characteristics relevant in national contexts	17.18.1 Proportion of sustainable development indicators produced at the national level with full disaggregation when relevant to the target, in accordance with the Fundamental Principles of Official Statistics	C171801
	17.18.2 Number of countries that have national statistical legislation that complies with the Fundamental Principles of Official Statistics	C171802
	17.18.3 Number of countries with a national statistical plan that is fully funded and under implementation, by source of funding	C171803
17.19 By 2030, build on existing initiatives to develop measurements of progress on sustainable development that complement	17.19.1 Dollar value of all resources made available to strengthen statistical capacity in developing countries	C171901

gross domestic product, and support statistical capacity-building in developing countries	17.19.2 Proportion of countries that (a) have conducted at least one population and housing census in the last 10 years; and (b) have achieved 100 per cent birth registration and 80 per cent death registration	C171902
---	---	---------

3. számú melléklet

18. táblázat: A Világbank változóinak rövidítése, rövid leírása és alcélokhoz történő hozzárendelése

Világbank változó rövidített neve	Alcél sorsz.	Világbank változó rövid leírása
EG.CFT.ACCTS.ZS	1.4.1	Access to clean fuels and technologies for cooking (% of population)
EG.ELC.ACCTS.ZS	7.1.1.	Access to electricity (% of population)
EG.ELC.ACCTS.ZS	1.4.1	Access to electricity (% of population)
EG.ELC.ACCTS.RU.ZS	7.1.1.	Access to electricity, rural (% of rural population)
EG.ELC.ACCTS.RU.ZS	1.4.1	Access to electricity, rural (% of rural population)
EG.ELC.ACCTS.UR.ZS	7.1.1.	Access to electricity, urban (% of urban population)
EG.ELC.ACCTS.UR.ZS	1.4.1	Access to electricity, urban (% of urban population)
WP_time_01.1	8.10.2	Account at a financial institution (% age 15+)
WP_time_01.3	8.10.2	Account at a financial institution, female (% age 15+)
WP_time_01.8	8.10.2	Account at a financial institution, income, poorest 40% (% ages 15+)
WP_time_01.9	8.10.2	Account at a financial institution, income, richest 60% (% ages 15+)
WP_time_01.2	8.10.2	Account at a financial institution, male (% age 15+)
per_si_allsi.adq_pop_tot	1.a.1	Adequacy of social insurance programs (% of total welfare of beneficiary households)
per_allsp.adq_pop_tot	1.3.1	Adequacy of social protection and labor programs (% of total welfare of beneficiary households)
per_sa_allsa.adq_pop_tot	1.3.1	Adequacy of social safety net programs (% of total welfare of beneficiary households)
SE.PRM.TENR	4.1.1	Adjusted net enrollment rate, primary (% of primary school age children)
SE.PRM.TENR.FE	4.1.1	Adjusted net enrollment rate, primary, female (% of primary school age children)
SE.PRM.TENR.MA	4.1.1	Adjusted net enrollment rate, primary, male (% of primary school age children)
NY.ADJ.AEDU.GN.ZS	1.a.2	Adjusted savings: education expenditure (% of GNI)
NY.ADJ.AEDU.CD	1.a.2	Adjusted savings: education expenditure (current US\$)
NY.ADJ.DNGY.GN.ZS	7.b.1	Adjusted savings: energy depletion (% of GNI)
SP.ADO.TFRT	3.7.2	Adolescent fertility rate (births per 1,000 women ages 15-19)
SE.SEC.UNER.LO.ZS	4.5.1	Adolescents out of school (% of lower secondary school age)

SE.SEC.UNER.L O.FE.ZS	4.5.1	Adolescents out of school, female (% of female lower secondary school age)
SE.SEC.UNER.L O.MA.ZS	4.5.1	Adolescents out of school, male (% of male lower secondary school age)
SH.HIV.INCD.T L	3.3.1	Adults (ages 15+) and children (ages 0-14) newly infected with HIV
SH.HIV.INCD	3.3.1	Adults (ages 15+) newly infected with HIV
AG.LND.IRIG.A G.ZS	2.4.1	Agricultural irrigated land (% of total agricultural land)
AG.LND.AGRI. ZS	2.4.1	Agricultural land (% of land area)
AG.LND.AGRI. K2	2.4.1	Agricultural land (sq. km)
TX.VAL.AGRI.Z S.UN	2.b.2	Agricultural raw materials exports (% of merchandise exports)
IS.AIR.GOOD.M T.K1	9.1.2	Air transport, freight (million ton-km)
IS.AIR.PSGR	9.1.2	Air transport, passengers carried
ER.H2O.FWAG. ZS	6.4.2	Annual freshwater withdrawals, agriculture (% of total freshwater withdrawal)
ER.H2O.FWDM. ZS	6.4.2	Annual freshwater withdrawals, domestic (% of total freshwater withdrawal)
ER.H2O.FWIN.Z S	6.4.2	Annual freshwater withdrawals, industry (% of total freshwater withdrawal)
ER.H2O.FWTL. ZS	6.4.2	Annual freshwater withdrawals, total (% of internal resources)
ER.H2O.FWTL. K3	6.4.2	Annual freshwater withdrawals, total (billion cubic meters)
SH.HIV.ARTC.Z S	3.3.1	Antiretroviral therapy coverage (% of people living with HIV)
SH.HIV.PMTC.Z S	3.3.1	Antiretroviral therapy coverage for PMTCT (% of pregnant women living with HIV)
MS.MIL.MPRT. KD	4.2.1	Arms imports (SIPRI trend indicator values)
DT.GRE.DPPG	8.10. 1	Average grant element on new external debt commitments (%)
per_lm_allm.ben _q1_tot	1.5.1	Benefit incidence of unemployment benefits and ALMP to poorest quintile (% of total U/ALMP benefits)
TM.TAX.MRCH .BC.ZS	1.3.1	Binding coverage, all products (%)
TM.TAX.MANF. BC.ZS	1.3.1	Binding coverage, manufactured products (%)
TM.TAX.TCOM. BC.ZS	1.3.1	Binding coverage, primary products (%)
EN.BIR.THRD.N O	1.3.1	Bird species, threatened
TM.TAX.TCOM. BR.ZS	3.1.2	Bound rate, simple mean, primary products (%)
GC.DOD.TOTL. CN	1.5.1	Central government debt, total (current LCU)
AG.PRD.CREL. MT	1.5.1	Cereal production (metric tons)

AG.YLD.CREL.KG	1.5.1	Cereal yield (kg per hectare)
SL.MNF.0714.FE.ZS	8.7.1	Child employment in manufacturing, female (% of female economically active children ages 7-14)
SL.MNF.0714.FE.ZS	5.a.1	Child employment in manufacturing, female (% of female economically active children ages 7-14)
SL.MNF.0714.MA.ZS	8.7.1	Child employment in manufacturing, male (% of male economically active children ages 7-14)
SL.MNF.0714.MA.ZS	5.a.1	Child employment in manufacturing, male (% of male economically active children ages 7-14)
SL.SRV.0714.ZS	8.7.1	Child employment in services (% of economically active children ages 7-14)
SL.SRV.0714.ZS	5.a.1	Child employment in services (% of economically active children ages 7-14)
SL.SRV.0714.FE.ZS	8.7.1	Child employment in services, female (% of female economically active children ages 7-14)
SL.SRV.0714.MA.ZS	8.7.1	Child employment in services, male (% of male economically active children ages 7-14)
SH.HIV.0014	8.7.1	Children (0-14) living with HIV
SH.HIV.INCD.14	8.7.1	Children (ages 0-14) newly infected with HIV
SL.TLF.0714.FE.ZS	8.7.1	Children in employment, female (% of female children ages 7-14)
SL.TLF.0714.MA.ZS	8.7.1	Children in employment, male (% of male children ages 7-14)
SL.SLF.0714.ZS	3.3.1	Children in employment, self-employed (% of children in employment, ages 7-14)
SL.SLF.0714.FE.ZS	3.3.1	Children in employment, self-employed, female (% of female children in employment, ages 7-14)
SL.SLF.0714.MA.ZS	8.7.1	Children in employment, self-employed, male (% of male children in employment, ages 7-14)
SL.TLF.0714.SW.ZS	8.7.1	Children in employment, study and work (% of children in employment, ages 7-14)
SL.TLF.0714.SW.FE.ZS	8.7.1	Children in employment, study and work, female (% of female children in employment, ages 7-14)
SL.TLF.0714.SW.MA.ZS	8.7.1	Children in employment, study and work, male (% of male children in employment, ages 7-14)
SL.TLF.0714.ZS	8.7.1	Children in employment, total (% of children ages 7-14)
SL.FAM.0714.ZS	8.7.1	Children in employment, unpaid family workers (% of children in employment, ages 7-14)
SL.FAM.0714.FE.ZS	8.7.1	Children in employment, unpaid family workers, female (% of female children in employment, ages 7-14)
SL.FAM.0714.MA.ZS	8.7.1	Children in employment, unpaid family workers, male (% of male children in employment, ages 7-14)
SL.WAG.0714.ZS	8.7.1	Children in employment, wage workers (% of children in employment, ages 7-14)
SL.WAG.0714.FE.ZS	8.7.1	Children in employment, wage workers, female (% of female children in employment, ages 7-14)
SL.WAG.0714.MA.ZS	8.7.1	Children in employment, wage workers, male (% of male children in employment, ages 7-14)
SL.TLF.0714.WK.ZS	8.7.1	Children in employment, work only (% of children in employment, ages 7-14)

SL.TLF.0714.W K.FE.ZS	8.7.1	Children in employment, work only, female (% of female children in employment, ages 7-14)
SL.TLF.0714.W K.MA.ZS	8.7.1	Children in employment, work only, male (% of male children in employment, ages 7-14)
SE.PRM.UNER. ZS	8.7.1	Children out of school (% of primary school age)
SE.PRM.UNER. FE.ZS	8.7.1	Children out of school, female (% of female primary school age)
SE.PRM.UNER. MA.ZS	8.7.1	Children out of school, male (% of male primary school age)
SE.PRM.UNER	8.7.1	Children out of school, primary
SE.PRM.UNER. FE	4.1.1	Children out of school, primary, female
SE.PRM.UNER. MA	4.1.1	Children out of school, primary, male
SH.MLR.TRET. ZS	4.1.1	Children with fever receiving antimalarial drugs (% of children under age 5 with fever)
FM.AST.CGOV. ZG.M3	4.1.1	Claims on central government (annual growth as % of broad money)
FS.AST.CGOV. GD.ZS	4.1.1	Claims on central government, etc. (% GDP)
FS.AST.DOMO. GD.ZS	4.1.1	Claims on other sectors of the domestic economy (% of GDP)
EN.ATM.CO2E. PC	9.4.1	CO2 emissions (metric tons per capita)
EN.CO2.ETOT.Z S	9.4.1	CO2 emissions from electricity and heat production, total (% of total fuel combustion)
EN.ATM.CO2E. GF.ZS	9.4.1	CO2 emissions from gaseous fuel consumption (% of total)
SP.REG.BRTH.R U.ZS	3.c.1	Completeness of birth registration, rural (%)
SP.REG.BRTH.R U.ZS	3.8.2	Completeness of birth registration, rural (%)
TX.VAL.OTHR. ZS.WT	1.5.1	Computer, communications and other services (% of commercial service exports)
TM.VAL.OTHR. ZS.WT	1.5.1	Computer, communications and other services (% of commercial service imports)
DT.DOD.ALLC. ZS	1.5.1	Concessional debt (% of total external debt)
per_si_allsi.cov_ q1_tot	1.3.1	Coverage of social insurance programs in poorest quintile (% of population)
per_si_allsi.cov_ q5_tot	1.3.1	Coverage of social insurance programs in richest quintile (% of population)
per_allsp.cov_po p_tot	1.3.1	Coverage of social protection and labor programs (% of population)
per_sa_allsa.cov_ pop_tot	1.3.1	Coverage of social safety net programs (% of population)
per_sa_allsa.cov_ q2_tot	1.3.1	Coverage of social safety net programs in 2nd quintile (% of population)
per_sa_allsa.cov_ q3_tot	1.3.1	Coverage of social safety net programs in 3rd quintile (% of population)
per_sa_allsa.cov_ q4_tot	1.3.1	Coverage of social safety net programs in 4th quintile (% of population)

per_sa_allsa.cov_q1_tot	1.3.1	Coverage of social safety net programs in poorest quintile (% of population)
per_sa_allsa.cov_q5_tot	1.3.1	Coverage of social safety net programs in richest quintile (% of population)
per_lm_alllm.cov_pop_tot	1.3.1	Coverage of unemployment benefits and ALMP (% of population)
per_lm_alllm.cov_q2_tot	1.3.1	Coverage of unemployment benefits and ALMP in 2nd quintile (% of population)
per_lm_alllm.cov_q3_tot	1.3.1	Coverage of unemployment benefits and ALMP in 3rd quintile (% of population)
per_lm_alllm.cov_q4_tot	1.3.1	Coverage of unemployment benefits and ALMP in 4th quintile (% of population)
per_lm_alllm.cov_q1_tot	1.3.1	Coverage of unemployment benefits and ALMP in poorest quintile (% of population)
per_lm_alllm.cov_q5_tot	1.3.1	Coverage of unemployment benefits and ALMP in richest quintile (% of population)
IQ.CPA.HRES.XQ	1.3.1	CPIA building human resources rating (1=low to 6=high)
IQ.CPA.BREG.XQ	1.3.1	CPIA business regulatory environment rating (1=low to 6=high)
IQ.CPA.DEBT.XQ	1.3.1	CPIA debt policy rating (1=low to 6=high)
IQ.CPA.ECON.XQ	1.3.1	CPIA economic management cluster average (1=low to 6=high)
IQ.CPA.PROP.XQ	5.c.1	CPIA property rights and rule-based governance rating (1=low to 6=high)
IQ.CPA.PADM.XQ	12.1.1	CPIA quality of public administration rating (1=low to 6=high)
IQ.CPA.PROT.XQ	10.6.1	CPIA social protection rating (1=low to 6=high)
GC.TAX.IMPT.ZS	1.a.2	Customs and other import duties (% of tax revenue)
GC.TAX.IMPT.CN	1.a.2	Customs and other import duties (current LCU)
SP.DYN.CDRT.IN	1.a.2	Death rate, crude (per 1,000 people)
DT.DSB.DPPG.CD	1.a.2	Debt buyback (current US\$)
DT.TDS.DPPF.XP.ZS	1.5.1	Debt service (PPG and IMF only, % of exports of goods, services and primary income)
SN.ITK.DFCT	3.7.1	Depth of the food deficit (kilocalories per person per day)
DT.DIS.DLXF.CD	3.4.1	Disbursements on external debt, long-term (DIS, current US\$)
DT.DIS.DLTF.CD	4.2.1	Disbursements on external debt, long-term + IMF (DIS, current US\$)
DT.DIS.DPNG.CD	4.2.1	Disbursements on external debt, private nonguaranteed (PNG) (DIS, current US\$)
DT.DIS.DPPG.CD	11.b.1	Disbursements on external debt, public and publicly guaranteed (PPG) (DIS, current US\$)
DT.DIS.DPPG.CD	1.5.3	Disbursements on external debt, public and publicly guaranteed (PPG) (DIS, current US\$)
NY.GDP.DISC.KN	8.a.1	Discrepancy in expenditure estimate of GDP (constant LCU)

NY.GDP.DISC.CN	8.a.1	Discrepancy in expenditure estimate of GDP (current LCU)
IC.BUS.DFRN.XQ	8.a.1	Distance to frontier score (0=lowest performance to 100=frontier)
IC.EXP.DOCS	8.a.1	Documents to export (number)
SE.SEC.CUAT.LO.MA.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed lower secondary, population 25+, male (%) (cumulative)
SE.SEC.CUAT.LO.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed lower secondary, population 25+, total (%) (cumulative)
SE.SEC.CUAT.PO.FE.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed post-secondary, population 25+, female (%) (cumulative)
SE.SEC.CUAT.PO.MA.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed post-secondary, population 25+, male (%) (cumulative)
SE.SEC.CUAT.PO.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed post-secondary, population 25+, total (%) (cumulative)
SE.PRM.CUAT.FE.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed primary, population 25+ years, female (%) (cumulative)
SE.PRM.CUAT.MA.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed primary, population 25+ years, male (%) (cumulative)
SE.PRM.CUAT.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed primary, population 25+ years, total (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.ST.FE.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed short-cycle tertiary, population 25+, female (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.ST.MA.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed short-cycle tertiary, population 25+, male (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.ST.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed short-cycle tertiary, population 25+, total (%) (cumulative)
SE.SEC.CUAT.UP.FE.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed upper secondary, population 25+, female (%) (cumulative)
SE.SEC.CUAT.UP.MA.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed upper secondary, population 25+, male (%) (cumulative)
SE.SEC.CUAT.UP.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least completed upper secondary, population 25+, total (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.MS.FE.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least Master's or equivalent, population 25+, female (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.MS.MA.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least Master's or equivalent, population 25+, male (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.MS.ZS	4.5.1	Educational attainment, at least Master's or equivalent, population 25+, total (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.DO.FE.ZS	4.5.1	Educational attainment, Doctoral or equivalent, population 25+, female (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.DO.MA.ZS	4.5.1	Educational attainment, Doctoral or equivalent, population 25+, male (%) (cumulative)
SE.TER.CUAT.DO.ZS	4.5.1	Educational attainment, Doctoral or equivalent, population 25+, total (%) (cumulative)
EG.USE.ELEC.KH.PC	4.5.1	Electric power consumption (kWh per capita)
EG.ELC.LOSS.ZS	4.5.1	Electric power transmission and distribution losses (% of output)
EG.ELC.COAL.ZS	4.5.1	Electricity production from coal sources (% of total)
EG.ELC.HYRO.ZS	4.5.1	Electricity production from hydroelectric sources (% of total)

SL.IND.EMPL.F E.ZS	5.a.1	Employment in industry, female (% of female employment)
SL.IND.EMPL.F E.ZS	2.3.1	Employment in industry, female (% of female employment)
SL.IND.EMPL. MA.ZS	5.a.1	Employment in industry, male (% of male employment)
SL.IND.EMPL. MA.ZS	2.3.1	Employment in industry, male (% of male employment)
SL.SRV.EMPL.Z S	5.a.1	Employment in services (% of total employment)
SL.SRV.EMPL.Z S	2.3.1	Employment in services (% of total employment)
SL.SRV.EMPL.F E.ZS	9.2.2	Employment in services, female (% of female employment)
SL.SRV.EMPL.F E.ZS	2.3.1	Employment in services, female (% of female employment)
SL.SRV.EMPL. MA.ZS	9.2.2	Employment in services, male (% of male employment)
SL.SRV.EMPL. MA.ZS	2.3.1	Employment in services, male (% of male employment)
SL.EMP.TOTL.S P.FE.ZS	9.2.2	Employment to population ratio, 15+, female (%) (modeled ILO estimate)
SL.EMP.TOTL.S P.FE.ZS	2.3.1	Employment to population ratio, 15+, female (%) (modeled ILO estimate)
SL.EMP.TOTL.S P.FE.NE.ZS	2.3.1	Employment to population ratio, 15+, female (%) (national estimate)
SL.EMP.TOTL.S P.MA.ZS	2.3.1	Employment to population ratio, 15+, male (%) (modeled ILO estimate)
SL.EMP.TOTL.S P.MA.NE.ZS	2.3.1	Employment to population ratio, 15+, male (%) (national estimate)
SH.STA.BFED.Z S	7.3.1	Exclusive breastfeeding (% of children under 6 months)
GC.XPN.TOTL. CN	16.6. 1	Expense (current LCU)
GC.XPN.TOTL. CN	1.a.2	Expense (current LCU)
TX.VAL.MRCH. XD.WD	16.6. 1	Export value index (2000 = 100)
TX.VAL.MRCH. XD.WD	1.a.2	Export value index (2000 = 100)
TX.QTY.MRCH. XD.WD	16.6. 1	Export volume index (2000 = 100)
TX.QTY.MRCH. XD.WD	1.a.2	Export volume index (2000 = 100)
SP.DYN.TFRT.I N	1.a.2	Fertility rate, total (births per woman)
AG.CON.FERT. PT.ZS	5.3.2	Fertilizer consumption (% of fertilizer production)
NE.CON.TETC. ZS	16.6. 1	Final consumption expenditure, etc. (% of GDP)
NE.CON.TETC. KD.ZG	16.6. 1	Final consumption expenditure, etc. (annual % growth)
NE.CON.TETC. KD	16.6. 1	Final consumption expenditure, etc. (constant 2010 US\$)

NE.CON.TETC. KN	16.6. 1	Final consumption expenditure, etc. (constant LCU)
NE.CON.TETC. CN	16.6. 1	Final consumption expenditure, etc. (current LCU)
NE.CON.TETC. CD	16.6. 1	Final consumption expenditure, etc. (current US\$)
IC.FRM.CMPU. ZS	16.6. 1	Firms competing against unregistered firms (% of firms)
IC.TAX.GIFT.ZS	16.6. 1	Firms expected to give gifts in meetings with tax officials (% of firms)
IC.FRM.FREG.Z S	16.6. 1	Firms formally registered when operations started (% of firms)
IC.FRM.TRNG.Z S	16.6. 1	Firms offering formal training (% of firms)
IT.MLT.MAIN	5.5.2	Fixed telephone subscriptions
TM.VAL.FOOD. ZS.UN	17.6. 2	Food imports (% of merchandise imports)
AG.PRD.FOOD. XD	5.b.1	Food production index (2004-2006 = 100)
NV.MNF.FBTO. ZS.UN	5.b.1	Food, beverages and tobacco (% of value added in manufacturing)
BM.KLT.DINV. CD.WD	17.3. 1	Foreign direct investment, net outflows (BoP, current US\$)
BM.KLT.DINV. CD.WD	10.b. 1	Foreign direct investment, net outflows (BoP, current US\$)
AG.LND.FRST. ZS	17.3. 1	Forest area (% of land area)
AG.LND.FRST. ZS	10.b. 1	Forest area (% of land area)
AG.LND.FRST. K2	17.3. 1	Forest area (sq. km)
AG.LND.FRST. K2	10.b. 1	Forest area (sq. km)
TX.VAL.FUEL. ZS.UN	15.1. 1	Fuel exports (% of merchandise exports)
NY.GDP.MKTP. KN	12.c.1	GDP (constant LCU)
EG.GDP.PUSE. KO.PP.KD	8.1.1	GDP per unit of energy use (constant 2011 PPP \$ per kg of oil equivalent)
NY.GDP.MKTP. PP.CD	8.2.1	GDP, PPP (current international \$)
NE.CON.GOVT. CN	16.6. 1	General government final consumption expenditure (current LCU)
NE.CON.GOVT. CD	16.6. 1	General government final consumption expenditure (current US\$)
EN.CLC.GHGR. MT.CE	16.6. 1	GHG net emissions/removals by LUCF (Mt of CO2 equivalent)
SI.POV.GINI	16.6. 1	GINI index (World Bank estimate)
NY.GNP.MKTP. KD	16.6. 1	GNI (constant 2010 US\$)
NY.GNP.MKTP. KN	16.6. 1	GNI (constant LCU)

SE.XPD.TERT.P C.ZS	16.6. 1	Government expenditure per student, tertiary (% of GDP per capita)
SE.XPD.TERT.P C.ZS	1.a.2	Government expenditure per student, tertiary (% of GDP per capita)
GC.REV.GOTR. ZS	16.6. 1	Grants and other revenue (% of revenue)
GC.REV.GOTR. ZS	1.a.2	Grants and other revenue (% of revenue)
GC.REV.GOTR. CN	1.a.2	Grants and other revenue (current LCU)
BX.GRT.EXTA. CD.WD	1.a.2	Grants, excluding technical cooperation (BoP, current US\$)
NE.GDI.TOTL.Z S	1.a.2	Gross capital formation (% of GDP)
NE.GDI.TOTL.K D.ZG	17.1. 1	Gross capital formation (annual % growth)
NE.GDI.TOTL.K D	17.1. 1	Gross capital formation (constant 2010 US\$)
NE.GDI.FTOT.Z S	10.2. 1	Gross fixed capital formation (% of GDP)
NE.DAB.TOTL. CD	16.6. 1	Gross national expenditure (current US\$)
NE.DAB.DEFL. ZS	16.6. 1	Gross national expenditure deflator (base year varies by country)
NY.GNS.ICTR.Z S	16.6. 1	Gross savings (% of GDP)
NY.GNS.ICTR.G N.ZS	16.6. 1	Gross savings (% of GNI)
NY.GNS.ICTR.C N	16.6. 1	Gross savings (current LCU)
NY.GNS.ICTR.C D	16.6. 1	Gross savings (current US\$)
SH.XPD.PUBL. GX.ZS	16.6. 1	Health expenditure, public (% of government expenditure)
SH.XPD.PUBL. GX.ZS	1.a.2	Health expenditure, public (% of government expenditure)
SH.XPD.PUBL	1.a.2	Health expenditure, public (% of total health expenditure)
SH.XPD.TOTL.Z S	1.a.2	Health expenditure, total (% of GDP)
EN.ATM.HFCG. KT.CE	1.a.2	HFC gas emissions (thousand metric tons of CO2 equivalent)
TX.VAL.TECH. MF.ZS	1.a.2	High-technology exports (% of manufactured exports)
TX.VAL.TECH. CD	1.a.2	High-technology exports (current US\$)
SH.MED.BEDS. ZS	3.b.2	Hospital beds (per 1,000 people)
SH.MED.BEDS. ZS	1.a.2	Hospital beds (per 1,000 people)
NE.CON.PRVT. KD	9.b.1	Household final consumption expenditure (constant 2010 US\$)
NE.CON.PRVT. KN	9.b.1	Household final consumption expenditure (constant LCU)

NE.CON.PRVT. CD	10.1. 1	Household final consumption expenditure (current US\$)
NE.CON.PRVT. PC.KD	16.6. 1	Household final consumption expenditure per capita (constant 2010 US\$)
NE.CON.PRVT. PC.KD	10.1. 1	Household final consumption expenditure per capita (constant 2010 US\$)
NE.CON.PRVT. PC.KD.ZG	16.6. 1	Household final consumption expenditure per capita growth (annual %)
NE.CON.PRVT. PC.KD.ZG	10.1. 1	Household final consumption expenditure per capita growth (annual %)
NE.CON.PETC. ZS	16.6. 1	Household final consumption expenditure, etc. (% of GDP)
NE.CON.PETC. ZS	10.1. 1	Household final consumption expenditure, etc. (% of GDP)
NE.CON.PETC. KD.ZG	16.6. 1	Household final consumption expenditure, etc. (annual % growth)
NE.CON.PETC. KD.ZG	10.1. 1	Household final consumption expenditure, etc. (annual % growth)
NE.CON.PETC. KD	10.1. 1	Household final consumption expenditure, etc. (constant 2010 US\$)
NE.CON.PETC. KN	10.1. 1	Household final consumption expenditure, etc. (constant LCU)
NE.CON.PETC. CN	10.1. 1	Household final consumption expenditure, etc. (current LCU)
NE.CON.PETC. CD	10.1. 1	Household final consumption expenditure, etc. (current US\$)
NE.CON.PRVT. PP.KD	16.6. 1	Household final consumption expenditure, PPP (constant 2011 international \$)
NE.CON.PRVT. PP.KD	10.1. 1	Household final consumption expenditure, PPP (constant 2011 international \$)
NE.CON.PRVT. PP.CD	16.6. 1	Household final consumption expenditure, PPP (current international \$)
NE.CON.PRVT. PP.CD	10.1. 1	Household final consumption expenditure, PPP (current international \$)
DT.DOD.MWB G.CD	16.6. 1	IBRD loans and IDA credits (DOD, current US\$)
DT.DOD.MWB G.CD	10.1. 1	IBRD loans and IDA credits (DOD, current US\$)
TX.VAL.ICTG.Z S.UN	16.6. 1	ICT goods exports (% of total goods exports)
TX.VAL.ICTG.Z S.UN	10.1. 1	ICT goods exports (% of total goods exports)
TM.VAL.ICTG. ZS.UN	16.6. 1	ICT goods imports (% total goods imports)
TM.VAL.ICTG. ZS.UN	10.1. 1	ICT goods imports (% total goods imports)
BX.GSR.CCIS.Z S	16.6. 1	ICT service exports (% of service exports, BoP)
BX.GSR.CCIS.Z S	10.1. 1	ICT service exports (% of service exports, BoP)
SH.H2O.SAFE.R U.ZS	6.2.1	Improved water source, rural (% of rural population with access)
SH.H2O.SAFE.R U.ZS	1.4.1	Improved water source, rural (% of rural population with access)

SH.H2O.SAFE.UR.ZS	6.2.1	Improved water source, urban (% of urban population with access)
SH.H2O.SAFE.UR.ZS	1.4.1	Improved water source, urban (% of urban population with access)
SH.HIV.INCD.ZS	6.2.1	Incidence of HIV (% of uninfected population ages 15-49)
SH.HIV.INCD.ZS	1.4.1	Incidence of HIV (% of uninfected population ages 15-49)
SH.MLR.INCD.P3	6.1.1	Incidence of malaria (per 1,000 population at risk)
SH.MLR.INCD.P3	1.4.1	Incidence of malaria (per 1,000 population at risk)
SH.TBS.INCD	6.1.1	Incidence of tuberculosis (per 100,000 people)
SH.TBS.INCD	1.4.1	Incidence of tuberculosis (per 100,000 people)
SI.DST.04TH.20	6.1.1	Income share held by fourth 20%
SI.DST.04TH.20	1.4.1	Income share held by fourth 20%
SI.DST.10TH.10	3.3.1	Income share held by highest 10%
SI.DST.05TH.20	3.3.3	Income share held by highest 20%
SI.DST.FRST.10	3.3.2	Income share held by lowest 10%
SI.DST.FRST.20	10.2.1	Income share held by lowest 20%
SI.DST.02ND.20	10.2.1	Income share held by second 20%
SI.DST.03RD.20	10.2.1	Income share held by third 20%
IT.NET.USER.ZS	10.2.1	Individuals using the Internet (% of population)
IP.IDS.NRCT	10.2.1	Industrial design applications, nonresident, by count
IP.IDS.RSCT	10.2.1	Industrial design applications, resident, by count
NV.IND.TOTL.ZS	10.2.1	Industry, value added (% of GDP)
NV.IND.TOTL.KD.ZG	17.8.1	Industry, value added (annual % growth)
TX.VAL.INSF.ZS.WT	8.3.1	Insurance and financial services (% of commercial service exports)
TM.VAL.INSF.ZS.WT	8.3.1	Insurance and financial services (% of commercial service imports)
BX.GSR.INSF.ZS	8.3.1	Insurance and financial services (% of service exports, BoP)
DT.IXF.DPPG.CD	16.1.1	Interest forgiven (current US\$)
ST.INT.DPRT	16.6.1	International tourism, number of departures
IE.PPI.ENGY.CD	8.9.1	Investment in energy with private participation (current US\$)
SL.TLF.ACTI.1524.FE.ZS	9.a.1	Labor force participation rate for ages 15-24, female (%) (modeled ILO estimate)
SL.TLF.ACTI.1524.FE.ZS	7.b.1	Labor force participation rate for ages 15-24, female (%) (modeled ILO estimate)
SL.TLF.ACTI.1524.FE.NE.ZS	9.a.1	Labor force participation rate for ages 15-24, female (%) (national estimate)

SL.TLF.ACTI.15 24.MA.ZS	9.a.1	Labor force participation rate for ages 15-24, male (%) (modeled ILO estimate)
SL.TLF.ACTI.15 24.MA.NE.ZS	9.a.1	Labor force participation rate for ages 15-24, male (%) (national estimate)
SL.TLF.ACTI.15 24.MA.NE.ZS	6.a.1	Labor force participation rate for ages 15-24, male (%) (national estimate)
LP.EXP.DURS. MD	5.1.1	Lead time to export, median case (days)
LP.IMP.DURS. MD	5.c.1	Lead time to import, median case (days)
LP.IMP.DURS. MD	5.1.1	Lead time to import, median case (days)
SG.LEG.DVAW	5.1.1	Legislation exists on domestic violence (1=yes; 0=no)
SP.DYN.LE00.I N	5.1.1	Life expectancy at birth, total (years)
SE.ADT.LITR.F E.ZS	1.5.1	Literacy rate, adult female (% of females ages 15 and above)
SE.ADT.LITR.M A.ZS	1.5.1	Literacy rate, adult male (% of males ages 15 and above)
SE.ADT.1524.LT .FE.ZS	4.6.1	Literacy rate, youth female (% of females ages 15-24)
SE.ADT.1524.LT .MA.ZS	4.6.1	Literacy rate, youth male (% of males ages 15-24)
SE.ADT.1524.LT .ZS	4.6.1	Literacy rate, youth total (% of people ages 15-24)
AG.PRD.LVSK. XD	4.6.1	Livestock production index (2004-2006 = 100)
LP.LPI.TRAC.X Q	4.6.1	Logistics performance index: Ability to track and trace consignments (1=low to 5=high)
LP.LPI.LOGS.X Q	4.6.1	Logistics performance index: Competence and quality of logistics services (1=low to 5=high)
LP.LPI.ITRN.XQ	4.6.1	Logistics performance index: Ease of arranging competitively priced shipments (1=low to 5=high)
NV.IND.MANF. CN	9.2.1	Manufacturing, value added (current LCU)
NV.IND.MANF. CD	9.2.1	Manufacturing, value added (current US\$)
ER.MRN.PTMR. ZS	9.2.1	Marine protected areas (% of territorial waters)
CM.MKT.LCAP. GD.ZS	9.2.1	Market capitalization of listed domestic companies (% of GDP)
CM.MKT.LCAP. CD	9.2.1	Market capitalization of listed domestic companies (current US\$)
SH.STA.MMRT	9.2.1	Maternal mortality ratio (modeled estimate, per 100,000 live births)
TX.VAL.MRCH. RS.ZS	3.1.1	Merchandise exports by the reporting economy, residual (% of total merchandise exports)
TX.VAL.MRCH. AL.ZS	3.1.1	Merchandise exports to economies in the Arab World (% of total merchandise exports)
TX.VAL.MRCH. R3.ZS	17.11 .1	Merchandise exports to low- and middle-income economies in Latin America & the Caribbean (% of total merchandise exports)
TX.VAL.MRCH. R4.ZS	17.11 .1	Merchandise exports to low- and middle-income economies in Middle East & North Africa (% of total merchandise exports)

TX.VAL.MRCH. R5.ZS	17.11 .1	Merchandise exports to low- and middle-income economies in South Asia (% of total merchandise exports)
TX.VAL.MRCH. R6.ZS	17.11 .1	Merchandise exports to low- and middle-income economies in Sub-Saharan Africa (% of total merchandise exports)
TX.VAL.MRCH. OR.ZS	17.11 .1	Merchandise exports to low- and middle-income economies outside region (% of total merchandise exports)
TX.VAL.MRCH. WR.ZS	17.11 .1	Merchandise exports to low- and middle-income economies within region (% of total merchandise exports)
TM.VAL.MRCH .CD.WT	17.11 .1	Merchandise imports (current US\$)
TM.VAL.MRCH .WL.CD	17.11 .1	Merchandise imports by the reporting economy (current US\$)
TM.VAL.MRCH .RS.ZS	17.11 .1	Merchandise imports by the reporting economy, residual (% of total merchandise imports)
TM.VAL.MRCH .AL.ZS	17.11 .1	Merchandise imports from economies in the Arab World (% of total merchandise imports)
WP15163_4.1	16.6. 1	Mobile account (% age 15+)
WP15163_4.8	16.6. 1	Mobile account, income, poorest 40% (% ages 15+)
WP15163_4.2	5.b.1	Mobile account, male (% age 15+)
IT.CEL.SETS	5.b.1	Mobile cellular subscriptions
IT.CEL.SETS.P2	5.b.1	Mobile cellular subscriptions (per 100 people)
SH.STA.TRAF.P 5	5.b.1	Mortality caused by road traffic injury (per 100,000 people)
SH.DYN.NCOM. ZS	5.b.1	Mortality from CVD, cancer, diabetes or CRD between exact ages 30 and 70 (%)
SP.DYN.AMRT. FE	9.c.1	Mortality rate, adult, female (per 1,000 female adults)
SP.DYN.AMRT. FE	5.b.1	Mortality rate, adult, female (per 1,000 female adults)
SP.DYN.AMRT. MA	5.b.1	Mortality rate, adult, male (per 1,000 male adults)
SP.DYN.IMRT.I N	3.6.1	Mortality rate, infant (per 1,000 live births)
SP.DYN.IMRT.F E.IN	3.4.1	Mortality rate, infant, female (per 1,000 live births)
SH.DYN.MORT	3.2.2	Mortality rate, under-5 (per 1,000 live births)
SH.DYN.MORT. FE	3.2.2	Mortality rate, under-5, female (per 1,000 live births)
SH.DYN.MORT. MA	3.2.2	Mortality rate, under-5, male (per 1,000 live births)
SG.MMR.LEVE. EP	3.2.2	Mothers are guaranteed an equivalent position after maternity leave (1=yes; 0=no)
DT.DOD.MLAT. ZS	3.2.1	Multilateral debt (% of total external debt)
DT.TDS.MLAT. PG.ZS	3.2.1	Multilateral debt service (% of public and publicly guaranteed debt service)
DT.TDS.MLAT. CD	3.2.1	Multilateral debt service (TDS, current US\$)
DC.DAC.CZEL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Czech Republic (current US\$)

DC.DAC.DNKL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Denmark (current US\$)
DC.DAC.CECL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, European Union institutions (current US\$)
DC.DAC.FINL.C D	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Finland (current US\$)
DC.DAC.FRAL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, France (current US\$)
DC.DAC.DEUL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Germany (current US\$)
DC.DAC.GRCL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Greece (current US\$)
DC.DAC.ISLL.C D	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Iceland (current US\$)
DC.DAC.IRL.L.C D	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Ireland (current US\$)
DC.DAC.ITAL.C D	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Italy (current US\$)
DC.DAC.JPNL.C D	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Japan (current US\$)
DC.DAC.KORL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Korea, Rep. (current US\$)
DC.DAC.LUXL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Luxembourg (current US\$)
DC.DAC.NLDL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Netherlands (current US\$)
DC.DAC.NZLL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, New Zealand (current US\$)
DC.DAC.NORL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Norway (current US\$)
DC.DAC.POLL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Poland (current US\$)
DC.DAC.PRTL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Portugal (current US\$)
DC.DAC.SVKL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Slovak Republic (current US\$)
DC.DAC.SVNL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Slovenia (current US\$)
DC.DAC.ESPL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Spain (current US\$)
DC.DAC.SWEL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Sweden (current US\$)
DC.DAC.CHEL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Switzerland (current US\$)
DC.DAC.TOTL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, Total (current US\$)
DC.DAC.GBRL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, United Kingdom (current US\$)
DC.DAC.USAL. CD	10.b. 1	Net bilateral aid flows from DAC donors, United States (current US\$)
BN.TRF.KOGT. CD	10.b. 1	Net capital account (BoP, current US\$)
DT.IXA.DPPG.C D.CG	10.b. 1	Net change in interest arrears (current US\$)

NY.TRF.NCTR.KN	10.b.1	Net current transfers from abroad (constant LCU)
NY.TRF.NCTR.CN	10.b.1	Net current transfers from abroad (current LCU)
DT.NFL.IMFN.CD	10.5.1	Net financial flows, IMF nonconcessional (NFL, current US\$)
DT.NFL.MLAT.CD	10.5.1	Net financial flows, multilateral (NFL, current US\$)
DT.NFL.MOTH.CD	10.5.1	Net financial flows, others (NFL, current US\$)
DT.NFL.RDBC.CD	10.5.1	Net financial flows, RDB concessional (NFL, current US\$)
DT.NFL.RDBN.CD	10.5.1	Net financial flows, RDB nonconcessional (NFL, current US\$)
DT.NFL.DLXF.CD	10.5.1	Net flows on external debt, long-term (NFL, current US\$)
DT.NFL.DPNG.CD	10.5.1	Net flows on external debt, private nonguaranteed (PNG) (NFL, current US\$)
DT.NFL.DPPG.CD	10.5.1	Net flows on external debt, public and publicly guaranteed (PPG) (NFL, current US\$)
DT.NFL.DSTC.CD	10.5.1	Net flows on external debt, short-term (NFL, current US\$)
GC.LBL.TOTL.GD.ZS	10.b.1	Net incurrence of liabilities, total (% of GDP)
DT.NFL.FAOG.CD	17.2.1	Net official flows from UN agencies, FAO (current US\$)
DT.NFL.IAEA.CD	17.2.1	Net official flows from UN agencies, IAEA (current US\$)
DT.NFL.IFAD.CD	17.2.1	Net official flows from UN agencies, IFAD (current US\$)
DT.NFL.ILOG.CD	17.2.1	Net official flows from UN agencies, ILO (current US\$)
SH.DTH.NMRT	5.c.1	Number of neonatal deaths
SH.DTH.MORT	1.5.1	Number of under-five deaths
IC.TAX.METG	1.5.1	Number of visits or required meetings with tax officials
SH.MED.NUMW.P3	1.5.1	Nurses and midwives (per 1,000 people)
NY.GDP.PETR.RT.ZS	1.5.1	Oil rents (% of GDP)
SH.XPD.OOPC.TO.ZS	17.1.1	Out-of-pocket health expenditure (% of total expenditure on health)
SE.PRM.OENR.ZS	17.1.2	Over-age students, primary (% of enrollment)
SE.PRM.OENR.MA.ZS	1.a.2	Over-age students, primary, male (% of male enrollment)
IQ.SCIOVRL	1.a.2	Overall level of statistical capacity (scale 0 - 100)
SE.PRM.PRSL.MA.ZS	4.5.1	Persistence to last grade of primary, male (% of cohort)
SE.PRM.PRSL.ZS	4.5.1	Persistence to last grade of primary, total (% of cohort)
BM.TRF.PWKR.CD.DT	4.5.1	Personal remittances, paid (current US\$)

EN.ATM.PFCG. KT.CE	17.3. 2	PFC gas emissions (thousand metric tons of CO2 equivalent)
EN.ATM.PFCG. KT.CE	10.c.1	PFC gas emissions (thousand metric tons of CO2 equivalent)
SH.MED.PHYS. ZS	17.3. 2	Physicians (per 1,000 people)
SH.MED.PHYS. ZS	10.c.1	Physicians (per 1,000 people)
EN.HPT.THRD. NO	17.3. 2	Plant species (higher), threatened
EN.HPT.THRD. NO	10.c.1	Plant species (higher), threatened
EN.ATM.PM25. MC.M3	17.3. 2	PM2.5 air pollution, mean annual exposure (micrograms per cubic meter)
EN.ATM.PM25. MC.M3	10.c.1	PM2.5 air pollution, mean annual exposure (micrograms per cubic meter)
DT.INT.PNGB.C D	3.9.1	PNG, bonds (INT, current US\$)
DT.NFL.BOND. CD	11.1. 1	Portfolio investment, bonds (PPG + PNG) (NFL, current US\$)
SI.POV.2DAY	1.1.1	Poverty headcount ratio at \$3.10 a day (2011 PPP) (% of population)
SI.POV.NAHC	1.1.1	Poverty headcount ratio at national poverty lines (% of population)
IC.ELC.OUTG	1.1.1	Power outages in firms in a typical month (number)
DT.AMT.BLAT. CD	1.1.1	PPG, bilateral (AMT, current US\$)
DT.DIS.BLAT.C D	1.1.1	PPG, bilateral (DIS, current US\$)
DT.DOD.BLAT. CD	1.1.1	PPG, bilateral (DOD, current US\$)
SH.STA.OWGH. FE.ZS	3.3.1	Prevalence of overweight, weight for height, female (% of children under 5)
SH.STA.OWGH. MA.ZS	3.3.1	Prevalence of overweight, weight for height, male (% of children under 5)
SH.SVR.WAST. ZS	3.3.1	Prevalence of severe wasting, weight for height (% of children under 5)
SH.SVR.WAST. FE.ZS	2.2.2	Prevalence of severe wasting, weight for height, female (% of children under 5)
SH.SVR.WAST. MA.ZS	2.2.2	Prevalence of severe wasting, weight for height, male (% of children under 5)
SH.STA.STNT.Z S	2.2.2	Prevalence of stunting, height for age (% of children under 5)
SH.STA.STNT.F E.ZS	2.2.2	Prevalence of stunting, height for age, female (% of children under 5)
SH.STA.STNT. MA.ZS	2.2.2	Prevalence of stunting, height for age, male (% of children under 5)
SN.ITK.DEFC.Z S	2.2.2	Prevalence of undernourishment (% of population)
SH.STA.MALN. ZS	2.2.1	Prevalence of underweight, weight for age (% of children under 5)
SH.STA.MALN. FE.ZS	2.2.1	Prevalence of underweight, weight for age, female (% of children under 5)

SH.STA.MALN.MA.ZS	2.2.1	Prevalence of underweight, weight for age, male (% of children under 5)
SH.STA.WAST.ZS	2.1.1	Prevalence of wasting, weight for height (% of children under 5)
SH.STA.WAST.FE.ZS	2.1.1	Prevalence of wasting, weight for height, female (% of children under 5)
SH.STA.WAST.MA.ZS	2.1.1	Prevalence of wasting, weight for height, male (% of children under 5)
PA.NUS.PPPC.RF	2.1.1	Price level ratio of PPP conversion factor (GDP) to market exchange rate
SE.PRM.CMPT.FE.ZS	2.2.2	Primary completion rate, female (% of relevant age group)
SE.PRM.CMPT.MA.ZS	2.2.2	Primary completion rate, male (% of relevant age group)
SE.PRM.CMPT.ZS	2.2.2	Primary completion rate, total (% of relevant age group)
SE.PRM.ENRL	4.5.1	Primary education, pupils
SE.PRM.ENRL.FE.ZS	4.5.1	Primary education, pupils (% female)
SE.PRM.TCHR	4.5.1	Primary education, teachers
BM.GSR.FCTY.CD	4.1.1	Primary income payments (BoP, current US\$)
BX.GSR.FCTY.CD	4.c.1	Primary income receipts (BoP, current US\$)
SE.PRM.AGES	4.c.1	Primary school starting age (years)
SG.VAW.1549.ZS	4.1.1	Proportion of women subjected to physical and/or sexual violence in the last 12 months (% of women age 15-49)
DT.TDS.DPPG.XP.ZS	4.1.1	Public and publicly guaranteed debt service (% of exports of goods, services and primary income)
IC.CRD.PUBL.ZS	5.5.1	Public credit registry coverage (% of adults)
EP.PMP.DESL.CD	16.1.3	Pump price for diesel fuel (US\$ per liter)
EP.PMP.DESL.CD	11.7.2	Pump price for diesel fuel (US\$ per liter)
EP.PMP.DESL.CD	5.2.2	Pump price for diesel fuel (US\$ per liter)
EP.PMP.DESL.CD	5.2.1	Pump price for diesel fuel (US\$ per liter)
SE.TER.ENRL.TC.ZS	4.c.1	Pupil-teacher ratio, tertiary
SE.SEC.ENRL.UP.TC.ZS	4.c.1	Pupil-teacher ratio, upper secondary
IQ.WEF.PORT.XQ	4.c.1	Quality of port infrastructure, WEF (1=extremely underdeveloped to 7=well developed and efficient by international standards)
IS.RRS.TOTL.KM	4.c.1	Rail lines (total route-km)
IS.RRS.GOOD.MT.K6	4.c.1	Railways, goods transported (million ton-km)
IS.RRS.PASG.KM	4.c.1	Railways, passengers carried (million passenger-km)
PX.REX.REER	9.1.2	Real effective exchange rate index (2010 = 100)

FR.INR.RINR	9.1.2	Real interest rate (%)
SE.PRM.REPT. MA.ZS	7.2.1	Repeaters, primary, male (% of male enrollment)
GC.REV.XGRT. GD.ZS	16.6. 1	Revenue, excluding grants (% of GDP)
GC.REV.XGRT. GD.ZS	9.5.1	Revenue, excluding grants (% of GDP)
GC.REV.XGRT. GD.ZS	1.a.2	Revenue, excluding grants (% of GDP)
GC.REV.XGRT. CN	9.5.2	Revenue, excluding grants (current LCU)
FR.INR.RISK	17.1. 1	Risk premium on lending (lending rate minus treasury bill rate, %)
AG.LND.TOTL. RU.K2	17.1. 1	Rural land area (sq. km)
SI.POV.RUGP	9.1.1	Rural poverty gap at national poverty lines (%)
SI.POV.RUHC	9.1.1	Rural poverty headcount ratio at national poverty lines (% of rural population)
SE.PRE.ENRR.F E	1.1.1	School enrollment, preprimary, female (% gross)
SE.PRE.ENRR. MA	1.1.1	School enrollment, preprimary, male (% gross)
SE.PRM.NENR	4.1.1	School enrollment, primary (% net)
SE.ENR.PRIM.F M.ZS	4.1.1	School enrollment, primary (gross), gender parity index (GPI)
SE.ENR.PRSC.F M.ZS	4.1.1	School enrollment, primary and secondary (gross), gender parity index (GPI)
SE.PRM.ENRR. FE	4.1.1	School enrollment, primary, female (% gross)
SE.PRM.NENR. FE	4.1.1	School enrollment, primary, female (% net)
SE.PRM.ENRR. MA	4.1.1	School enrollment, primary, male (% gross)
SE.PRM.NENR. MA	4.1.1	School enrollment, primary, male (% net)
SE.PRM.PRIV.Z S	4.1.1	School enrollment, primary, private (% of total primary)
SE.SEC.ENRR	4.1.1	School enrollment, secondary (% gross)
SE.SEC.NENR	4.1.1	School enrollment, secondary (% net)
SE.ENR.SECO.F M.ZS	4.1.1	School enrollment, secondary (gross), gender parity index (GPI)
SE.SEC.ENRR.F E	4.1.1	School enrollment, secondary, female (% gross)
SE.SEC.NENR.F E	4.1.1	School enrollment, secondary, female (% net)
SE.SEC.ENRR. MA	4.1.1	School enrollment, secondary, male (% gross)
SE.SEC.NENR. MA	4.1.1	School enrollment, secondary, male (% net)
SE.SEC.PRIV.ZS	4.1.1	School enrollment, secondary, private (% of total secondary)
SE.TER.ENRR	4.1.1	School enrollment, tertiary (% gross)
SE.ENR.TERT.F M.ZS	4.1.1	School enrollment, tertiary (gross), gender parity index (GPI)

SE.TER.ENRR.FE	4.1.1	School enrollment, tertiary, female (% gross)
SE.TER.ENRR.MA	4.1.1	School enrollment, tertiary, male (% gross)
IP.JRN.ARTC.SC	4.1.1	Scientific and technical journal articles
SE.SEC.DURS	4.1.1	Secondary education, duration (years)
SE.SEC.ENRL.GC	4.1.1	Secondary education, general pupils
SE.SEC.ENRL.GC.FE.ZS	4.1.1	Secondary education, general pupils (% female)
SE.SEC.TCHR	4.5.1	Secondary education, teachers
SE.SEC.TCHR.FE.ZS	4.5.1	Secondary education, teachers (% female)
SE.SEC.TCHR.FE	4.5.1	Secondary education, teachers, female
SE.SEC.ENRL.VO	4.5.1	Secondary education, vocational pupils
SE.SEC.ENRL.VO.FE.ZS	4.c.1	Secondary education, vocational pupils (% female)
BX.TRF.CURR.CD	4.c.1	Secondary income receipts (BoP, current US\$)
BM.TRF.PRVT.CD	4.c.1	Secondary income, other sectors, payments (BoP, current US\$)
IT.NET.SECR	4.5.1	Secure Internet servers
IT.NET.SECR.P6	4.5.1	Secure Internet servers (per 1 million people)
TM.TAX.MANF.SR.ZS	10.a.1	Share of tariff lines with specific rates, manufactured products (%)
TM.TAX.TCOM.SR.ZS	10.a.1	Share of tariff lines with specific rates, primary products (%)
SL.EMP.INSV.FE.ZS	10.a.1	Share of women in wage employment in the nonagricultural sector (% of total nonagricultural employment)
SL.UEM.NEET.FE.ZS	10.a.1	Share of youth not in education, employment or training, female (% of female youth population)
SL.UEM.NEET.MA.ZS	10.a.1	Share of youth not in education, employment or training, male (% of male youth population)
SL.UEM.NEET.ZS	10.a.1	Share of youth not in education, employment or training, total (% of youth population)
IQ.SCI.SRCE	3.a.1	Source data assessment of statistical capacity (scale 0 - 100)
SH.MED.SAOP.P5	3.a.1	Specialist surgical workforce (per 100,000 population)
IC.REG.PROC	1.a.1	Start-up procedures to register a business (number)
IC.REG.PROC.FE	1.a.1	Start-up procedures to register a business, female (number)
SP.DYN.TO65.FE.ZS	3.4.2	Survival to age 65, female (% of cohort)
TM.TAX.MRCH.SM.AR.ZS	10.2.1	Tariff rate, applied, simple mean, all products (%)
TM.TAX.MANF.SM.AR.ZS	10.2.1	Tariff rate, applied, simple mean, manufactured products (%)
TM.TAX.MANF.SM.FN.ZS	17.10.1	Tariff rate, most favored nation, simple mean, manufactured products (%)

TM.TAX.MANF. WM.FN.ZS	17.12 .1	Tariff rate, most favored nation, weighted mean, manufactured products (%)
GC.TAX.GSRV. RV.ZS	17.1. 1	Taxes on goods and services (% of revenue)
GC.TAX.GSRV. VA.ZS	17.1. 2	Taxes on goods and services (% value added of industry and services)
GC.TAX.YPKG. ZS	17.1. 1	Taxes on income, profits and capital gains (% of total taxes)
GC.TAX.INTT.C N	17.1. 1	Taxes on international trade (current LCU)
SP.MTR.1519.ZS	17.1. 1	Teenage mothers (% of women ages 15-19 who have had children or are currently pregnant)
IC.WRH.DURS	14.5. 1	Time required to build a warehouse (days)
IC.LGL.DURS	14.5. 1	Time required to enforce a contract (days)
DT.TDS.DECT. GN.ZS	3.5.2	Total debt service (% of GNI)
EN.ATM.GHGT. KT.CE	17.4. 1	Total greenhouse gas emissions (kt of CO2 equivalent)
SE.PRE.TCAQ.F E.ZS	4.c.1	Trained teachers in preprimary education, female (% of female teachers)
SE.PRE.TCAQ. MA.ZS	4.c.1	Trained teachers in preprimary education, male (% of male teachers)
SE.PRM.TCAQ. ZS	4.c.1	Trained teachers in primary education (% of total teachers)
SE.PRM.TCAQ. FE.ZS	4.c.1	Trained teachers in primary education, female (% of female teachers)
SE.PRM.TCAQ. MA.ZS	4.c.1	Trained teachers in primary education, male (% of male teachers)
SE.SEC.TCAQ.Z S	4.c.1	Trained teachers in secondary education (% of total teachers)
SE.SEC.TCAQ.F E.ZS	4.c.1	Trained teachers in secondary education, female (% of female teachers)
SE.SEC.TCAQ. MA.ZS	4.c.1	Trained teachers in secondary education, male (% of male teachers)
SE.SEC.TCAQ.U P.ZS	4.c.1	Trained teachers in upper secondary education (% of total teachers)
SE.SEC.TCAQ.U P.FE.ZS	4.c.1	Trained teachers in upper secondary education, female (% of female teachers)
SE.SEC.TCAQ.U P.MA.ZS	4.c.1	Trained teachers in upper secondary education, male (% of male teachers)
TX.VAL.TRAN. ZS.WT	4.c.1	Transport services (% of commercial service exports)
TM.VAL.TRAN. ZS.WT	4.c.1	Transport services (% of commercial service imports)
BX.GSR.TRAN. ZS	4.c.1	Transport services (% of service exports, BoP)
BM.GSR.TRAN. ZS	4.c.1	Transport services (% of service imports, BoP)
DT.UND.DPPG. CD	3.3.2	Undisbursed external debt, total (UND, current US\$)
SL.UEM.ADVN. ZS	3.3.2	Unemployment with advanced education (% of total labor force with advanced education)

SL.UEM.TOTL.ZS	8.5.2	Unemployment, total (% of total labor force) (modeled ILO estimate)
SL.UEM.TOTL.NE.ZS	8.5.2	Unemployment, total (% of total labor force) (national estimate)
SL.UEM.1524.FE.ZS	8.5.2	Unemployment, youth female (% of female labor force ages 15-24) (modeled ILO estimate)
SL.UEM.1524.FE.NE.ZS	8.5.2	Unemployment, youth female (% of female labor force ages 15-24) (national estimate)
SL.UEM.1524.MA.ZS	8.5.2	Unemployment, youth male (% of male labor force ages 15-24) (modeled ILO estimate)
SL.UEM.1524.MA.NE.ZS	8.5.2	Unemployment, youth male (% of male labor force ages 15-24) (national estimate)
SL.UEM.1524.ZS	8.6.1	Unemployment, youth total (% of total labor force ages 15-24) (modeled ILO estimate)
SL.UEM.1524.NE.ZS	8.6.1	Unemployment, youth total (% of total labor force ages 15-24) (national estimate)
SP.UWT.TFRT	8.6.1	Unmet need for contraception (% of married women ages 15-49)
AG.LND.TOTL.UR.K2	8.6.1	Urban land area (sq. km)
AG.LND.EL5M.UR.ZS	8.6.1	Urban land area where elevation is below 5 meters (% of total land area)
AG.LND.EL5M.UR.K2	8.6.1	Urban land area where elevation is below 5 meters (sq. km)
IC.FRM.OUTG.ZS	1.1.1	Value lost due to electrical outages (% of sales)
SN.ITK.VITA.ZS	1.1.1	Vitamin A supplementation coverage rate (% of children ages 6-59 months)
SG.VAW.GOES.ZS	5.6.1	Women who believe a husband is justified in beating his wife when she goes out without telling him (%)